《失控》作者K.K.最新力作

《史蒂夫·乔布斯传》作者沃尔特·艾萨克森鼎力推荐

科技想要什么

WHAT TECHNOLOGY WANTS

[美] 凯文·凯利◎著

KEVIN KELLY

熊祥◎译

中信出版社 CHINA CITIC PRESS

版权信息

书名：科技想要什么
著者：凯文·凯利（Kevin Kelly）
译者：熊祥
字数：21万字
最后更新日期：2012年3月31日

定价：￥12.00元

作者网站：kk.org

〔中信飞书〕

推荐序一：科技的呼吸和脉动

知道亚洲象会用长鼻子卷着枝条拍打蝇虫，也知道寒武纪曾有动物种群的大爆发，这叫知识。

盯着岩蚁的窝，看着忙忙碌碌的工蚁搬食物，赞叹这精灵的神奇；望着燕子口衔虫儿给雏燕喂食，心里涌过一阵阵暖意，这叫情感。

穿越数十亿年时空，想象夜幕中飘落的微尘，或许是千年沧桑的遗迹；掩卷长思，跳跃的音符总能激活大脑某个部位的颤动，冥想于：「我是谁？我从哪里来？去向何方？」这叫智慧。

凯文·凯利的这本新书《科技想要什么》，既富含知识，又充满激情，更富有智慧。

思想的行者

1952年，凯文·凯利出生于美国宾夕法尼亚州，1971年在罗得岛大学念书一年后即辍学，后成为自由摄影师。

20岁至27岁间，凯文·凯利远足亚洲，在日本、韩国、中国台湾、菲律宾、泰国、缅甸、印度、斯里兰卡、巴基斯坦、孟加拉国、尼泊尔、阿富汗、伊朗等地游历。27岁在耶路撒冷，凯文·凯利经历了一次神奇的体验，他觉得自己的寿命只有6个月，于是孝顺父母，广为布施，看望亲友，然后在万圣节之夜「死」去。

回到美国后，这个在精神上经历过一次「死亡」的人，骑自行车跋涉5 000英里，横穿整个美国，体验生命的光辉。

在接下来的30年里，他用自己的方式热烈拥抱着这个飞速发展、眼花缭乱、日益技术化的世界，用自己独到的眼光和智慧，在思想光辉的尽头、在人迹罕至的边疆，发掘着暗藏在强大技术力量背后的生命之音。

1981年，凯文·凯利创办了自己的杂志《步行》（Walking Journal）。他曾是《全球评论》、《信号》、《全球概览》的编辑和重要的撰稿人，他的文章在《经济学人》、《纽约时报》、《时代》周刊、《科学》杂志等重量级媒体上广受赞誉。他参与创办的全球电子链接WELL (Whole Earth eLectronic Link) 迄今仍然是最具人气、最有智慧的社区之一。

1999年，著名导演沃卓斯基在拍摄大片《黑客帝国》（Matrix）时，凯文·凯利的著作《失控》（Out of Control）曾被指定为全体演职人员必读的三本书之一。

他是一位思想的行者。

技术元素与第七王国

20世纪无疑是科技大发展的世纪。电报、电话、电视、电脑的快速普及，卫星、航天飞机、宇宙飞船的飞速发展，抗生素、基因药物、化学合成制剂的大量发明，高速公路、铁路、大型客机的广泛使用，还有数不清的科技产品、科学发现成为人们日常生活中随处可见的元素，渗透到各个角落。

科技已经包围、席卷了人的工作与生活。

对科技产品的赞叹和恐惧，交织在一起，成为现代人普遍的心理情结。长期的大众传播和科学教育，在面对这种两难困境时，往往表现得束手无策。或者把批判的目光指向操纵科技背后的「利益之手」，或者将空泛的进步理念寄托在未来更高、更快、更强的科技发明。

无论哪一种，都有一个共同的认识：科技是外在于人而存在的，科技只是人的产物，是工具；人可以，并且应当驾驭它。

凯文·凯利的这部书，试图颠覆这种定见。

在他看来，与人类共同进化的、被称做「技术元素」的这支力量，并不是晚近数百年、几千年的产物，而是伴随着生命演化数十亿年的整个过程。

漫长的生物进化中，猿人、智人和现代人与环境的关系、与外在世界的关系，其实无一不与「技术元素」的酝酿、发育、演化有关。

这个除微生物、菌类、植物和动物的「第七王国」，貌似拥有了自己的自主进化能力，孕育出自己的倾向性、组织性和活力，与生物界和人类交织缠绕、共生演化。

「保持差异的努力与熵的拉力之间的斗争，创造了自然界的奇观」，这种从物理学底层获得的启示，预示着「进化，乃至技术元素，遵循由物质和能量的本质决定的固有方向」。

这一「固有方向」仿佛有意地将生物引导到一个高度复杂的、精巧的方向，比如眼睛、翅膀、双足、回声定位系统，以及蚂蚁、蜜蜂、啮齿动物和哺乳动物的互助行为。更重要的是，这种「趋同进化」是跨物种的。

承认科技发展仿佛有固有的「方向」，第一眼会被视为「拟人」的写作手法。

的确，这部伟大著作中，随处可见这种「拟人」的手法。但是，细细体察凯文·凯利的良苦用心，你会觉得并非这么简单。

那种认识到科技已经显露出「自己的倾向性」的人，极有可能像泰德·卡钦斯基（见本书第十章）一样，对科技侵蚀、奴役这个世界抱有

深切的反感。然而，卡钦斯基无疑是彻底拒绝技术的极端典型。

与卡钦斯基试图终止科技进程的鲁莽做法不同，阿米什人（见本书第十一章）有选择、有节制地运用技术元素，通过集体的选择方式，最大限度地适应科技的进化节奏，仿佛是另一种深刻的隐喻：科技带来的种种负面效应，或者灾难，往往是人的局限所致。

但是，凯文·凯利的思考，并未就此止步。

科技想要拥抱生命

海德格尔对技术的批判理论，以德国哲学特有的思辨精神，指认出科技背后「异化」自然、异化人的力量，认为这个世界充满悖谬：科技显示着人的智慧，同时也放大着人的贪婪；科技在逼索自然呈现、展示更多的内在元素的同时，也在将人逼进一个冷峻的「座架」。

海德格尔认为，这种貌似宿命的技术现实，本质上是人所无法控制的，但获得拯救的机会也恰在于此：「救渡乃植根并发育于技术之本质中。」

与海德格尔思想异曲同工的是，在凯文·凯利看来，这种势不可当的力量，并非简单地将科技划分为「好的」和「坏的」就可以安枕无忧。

嵌入到人的认知和行为间无法剥离的「技术元素」，仿佛与人拥有同样的心跳和呼吸，它想要冲破重力、混乱、混沌的束缚，寻求最大的表现力和生命力，它表现出的组织活性、亲和力，需要人仔细倾听、细心捕捉，并与之共舞。

比如复杂性，技术元素的复杂性在提高，但更重要的是「各种技术血液中被添加了信息层，经过重组用于更复杂的产品」。

比如多样性，多样性往往是杂乱无章的另一种说法，但「多样性提高是健康的征兆」。

比如自由，凯文·凯利指出，自由的含义并非可以率性而为，而是「选择的自由」。

在凯文·凯利看来，「技术元素向共生性的发展推动我们去追逐一个古老的梦想：在最大限度发挥个人自主性的同时，使集体的能力最大化」。

在他的眼里，网络「就像你的情人」，「技术元素准备操纵物质，重组它的内部结构，为其注入感知力」。

总之，科技想要拥抱生命，它想要进化、想要秩序、想要充满神奇、充满活力的未来。

与科技结缘

凯文·凯利被誉为赛博文化的先知和游侠。然而，从这本书里试图寻

找任何确定性的答案，是徒劳的。

凯文·凯利的思想精髓在于：用生命特有的眼光，注视那些外在于个体的一切事物，不把它们看成是「死寂」的、无生命的，而是按照生命特有的脉动，与这个世界一同呼吸，积极投身于这个世界无穷的博弈中，拥抱生命，感受生命。

用全新的视角体察生命，把技术元素尽括其中：与科技结缘，这就是启示。

与科技结缘的新型「人技关系」，借用荷尔德林的诗句，是这样一幅画面：「充满劳绩，然而人诗意地栖居在这片大地上。」

段永朝（财讯传媒集团首席战略官）

推荐序二：星汉灿烂，若出其里

凯文·凯利的思维，气魄宏大。读《科技想要什么》，给我的感觉，好似曹操的《观沧海》：「日月之行，若出其中；星汉灿烂，若出其里。」二者有一共同点，都将自然、生命，置于银河宇宙之中，以上帝之眼，加以统观。

凯文·凯利立论的意义何在？

《科技想要什么》一书的主要内容，是从宇宙的视角探索人与科技的关系。其主题用凯文·凯利的话说就是：「人类不是科技轨迹的终点，而是中点，恰好在生命和制造品中间。」这话在浸染于信息界多年的我听来，力重千钧，我感到它指向的是文明的元命题。

我们知道，工业文明的元命题，来自笛卡儿。笛卡儿用「我思」作为巨斧，将心与物，一刀两断。从此，生命与机器分离了。工业化的洞天石扉，在这鬼斧神工之中，訇然中开。几百年工业化的芸芸众生，不过是「开天地」后的余波延续。

凯文·凯利提出的，则是一个反命题，他要把被工业化分裂的心与物天门，用笛卡儿同样的力道，轰然合上。用信息革命理念，开辟新的天地。

心与物，在凯文·凯利这里，对应的是生命与机器。这是凯文·凯利思考信息技术问题的主线。

1992年，凯文·凯利帮助创办《连线》杂志这一「数字文化的官方喉舌」，开始了他悟道信息科技的天路历程。凯文·凯利思考的核心，一直围绕人与科技的关系，得出的结论，与工业化的理念正好相反。

在1994年出版的《失控》中，凯文·凯利详细探讨的是科技系统开始模仿自然系统的方式。现在，他又注意到，「生命系统也具备机械过程——例如计算——的抽象本质」。机械的系统在生命化，生命的系统在机械化，心与物在双向地与对方融合。这预示着历史的逆转。

凯文·凯利作为信息技术的先锋，提出问题本身，对传统就具有十足的挑战意味。工业化赖以成立的世界观基础，就是人征服自然，为此必须假设生命与机器对立，而且是在世界存在的根子上假设。这是笛卡儿心物二元论受到认可的原因，他这一斧头砍下去，自然科学与人文科学对立、科学主义与人本主义对立……等等后来发生的事情就自然而然了。

但是，如果生命长入了机器，机器长入了生命。工业化的逻辑就逆转了。凯文·凯利想要证明的，正是这件事：「如果DNA可以制作成正在运行的计算机，而计算机可以像DNA那样进化，那么在人工制品和自

然生命之间有可能——或者说一定——存在某种对等关系。科技和生命一定共同具备某些基本属性。」一旦信息技术与生命技术合流，人们马上可以期待的，将是工业化的反现象，即生命与机器的一体化。首先被证伪的，将是笛卡儿。接着崩溃的，将是康德哲学，因为物自体与主体将「共同具备某些基本属性」。人类的判断力将重新进行「批判」。接下来将是多米诺骨牌：工业化技术体系、工业化生产关系、工业化上层建筑……「一切坚固的东西都将烟消云散」。我说凯文·凯利的立论力重千钧，就在这里。

凯文·凯利是怎么论证的呢？

对于心物何以从对立的二元，变为融合的一元这个困难的问题，凯文·凯利指出其中的关键在于，信息是连接此岸与彼岸的纽带。

凯文·凯利以上帝的口吻（我猜是缓缓地）说：「从宇宙视角看，信息是世界的主导力量。」

接下来的笔法，读过《圣经》的人都会眼熟：「在宇宙的初始阶段，即紧接着大爆炸之后的时期，能量支配存在。当时辐射是唯一的存在，宇宙就是一团光。渐渐地，宇宙膨胀并冷却，物质成为主导者。物质成块状，分布不均匀，但它的结晶性质产生引力，开始塑造宇宙。随着生命的出现（就在人类的周边区域），信息的影响增大。我们称之为生命的信息过程数十亿年前控制了地球的大气层。现在，另一个信息过程——技术元素，正在重新征服地球。」

要说曹操，为什么伟大呢？他看见大海边的一丛树木，一下就想到「星汉灿烂，若出其里」那么远。一般人面对一条信息，顶多望文生义，想到它说的是，谁谁谁，你妈叫你回家吃饭。这同只看到一丛树木，没留神后面还躲猫猫着一个银河系一样。凯文·凯利过人之处在于，他把信息放在宇宙的大尺度中观察（比所谓星汉亦即银河系还远），看穿信息的宇宙本质。这就跳出了信息技术、生命技术，更不用说信息产业等表面现象。

这并没有完，凯文·凯利进一步归纳信息的本质。他自己杜撰了个词叫「外熵」，实际就是人们常说的负熵，想强调的是其自组织的积极含义。它相当于中国古典的「生生不息」，或今人所说的涌现、生成，相当于老百姓口头说的创造。

凯文·凯利与笛卡儿的「我思故我在」完全相反，指出：「从根本上说，科技的主导地位并非因为它诞生于人类意识，给予它这种地位的是一个同样可作为其本源的自组织，并且这个自组织还孕育出星系、行星、生命和思维。它是始于大爆炸的巨大非对称轨迹的一部分，随时间的推移而扩展为最抽象的非物质形态。」我们对比《易传》贲卦：「刚

柔交错，天文也；文明以止，人文也。观乎天文，以察时变；观乎人文，以化成天下。」同样认为「生生不息」这一类似于「外熵」的本原，超越天文、人文，是心物一元的，且化成一切。可见，凯文·凯利悟道已悟到本原深处。

凯文·凯利说：「我希望本书能够阐明：自我创造的单线将宇宙、生物和科技串接成一个创造物。与其说生命是物质和能量产生的奇迹，不如说是必然产物。与其说技术元素是生命的对立面，不如说是它的延伸。」一不做，二不休，他把经济也装进去了。「我们正逐渐用无形的设计、灵活性、创新和智能化取代刚性的沉重的原子。从非常现实的意义上说，我们向以服务和理念为基础的经济迈进，是延续某种从宇宙大爆炸就开始的趋势。」这同钱德勒一旦发现信息成为转型国家的力量后，一口气把美国的信息技术史往前倒腾了300年一样。等于告诉世人，你们今天看到的IT，并不是你们所自以为的那个东西。信息有更深的本性，看山不是山，看水不是水，在你们意料之外。

凯文·凯利论证的现实意义何在？

不久前，在讨论信息社会共识时，中国信息经济的泰斗乌家培教授对有人在下一代新兴技术重点的确定上，把生命技术与信息技术对立起来，把生命技术当做另一个时代而厚此薄彼，表示担忧。读一读《科技想要什么》可以明确领悟到，地球生命只不过是信息在DNA这一特殊载体上的存在。凯文·凯利在本书和《失控》中都认为，在宇宙中可能存在不以DNA方式存在的信息和生命。他说：「科学家得出一个惊人的结论：无论生命的定义是什么，其本质都不在于DNA、机体组织或肉体这样的物质，而在于看不见的能量分配和物质形式中包含的信息。」

从文明高度看，信息、生命、DNA这些都只是石头，而不是河本身。中国人擅长摸着石头过河，但往往把石头当成了河。摸到信息技术，说这条河是信息化，摸到了生命技术，就说这条河变了。结果成了狗熊掰棒子。信息社会、信息文明的共识，要建立在对历史长河的深入认识之上。凯文·凯利的精彩论述，让我们领教了什么叫大尺度历史，这条河相对石头来说，有多长、多深。

此时，我们再回味这本书的「星汉灿烂，若出其里」，不是会有一种从当前急迫现实问题跳出来，倚杖听涛声，听银河涛声的恢弘感觉吗？

姜奇平（中国社科院信息化研究中心秘书长、《互联网周刊》主编）

第一章 我的疑惑

专家导读㊟

这是本书最重要的一章。理解凯文·凯利的疑惑，以及背后的焦虑，是耐心读下去的关键。

凯文·凯利的疑惑，说起来平淡无奇，在你我日常生活之中随处可见。

比如说，我们的生活中充斥着「技术元素」，甚至我们指望更强大的抗生素、更神奇的纳米科技、更开放的网络系统和新型的能源，为我们带来更便捷、舒适、安全的生活。

另一方面，我们对科技生活处处充满恐惧：我们担心科技会剥夺人的权力，甚至某一天会主导人的世界；我们焦虑科技背后，是否总是暗藏着一只邪恶的眼睛；我们哀叹无法与强大的科技抗衡，同时已经无法想象，没有科技的生活……

如果凯文·凯利的疑惑仅仅是这些，那说明他的焦虑并未超越海德格尔的技术批判理论，也没有超越伴随晚期资本主义和高科技兴起的「生态主义」、「环保主义」和绿党政治。

凯文·凯利试图看得更远。

在「非人力动力」成为工业革命的引擎，人工智慧业已侵入人类生活，真正的「自然界」正不可逆地演化为「人工自然」的时代，「科技的生命化」特征，已成为现实世界无法根除的特征。凯文·凯利的疑虑，用他自己的话说，叫做：「科技是否具备人性？」

> 这并非用拟人化的浪漫语言来描绘我们周遭的科技事务。提出这一问题的根本冲动，是想重新思考「人与机器的关系」，这种关系并非事前确立一个前提：科技是人脑的产物——就这么简单。这种思考导向一个富有人情味，但绝非仅仅是人情味的话题：科技想要什么？

> 在本章的末尾，凯文·凯利提前给出了这一问题的答案：「意识到它（指科技）的需求，大大减少了我在决定如何与科技交往时的困扰。」

我一生的大部分时光在赤贫中度过。从大学辍学后，近10年的时间里，我身着廉价运动鞋和破旧的牛仔裤游荡于亚洲的偏远地区，有大把的时间，却没有金钱。我最了解的城市被中世纪的财富包围，走过的土地受着古老农耕习俗的束缚。伸手触摸的每件物体，几乎肯定是由木头、纤维或石头构成的。我用手抓东西吃，在山谷中艰难前行，席地而卧。行李很少，个人财物总计包括一只睡袋、一件换洗衣服、一把铅笔刀和几台照相机。在与大地的亲密接触中，我感到迫切需要科技的保护。没有那种保护，我经常感觉发冷或发热，常常被雨淋湿，被昆虫叮咬的次数增加，生理节奏与日夜和季节同步。时间似乎取之不尽。

在亚洲待了8年后，我回到美国。卖掉微薄的家产，购置了一辆价格不菲的自行车，然后从西向东横穿北美大陆，曲折行车5000英里。这次旅程最令我难忘的是滑行通过阿米什人位于宾夕法尼亚州东部的大片农田。阿米什人是我在北美大陆发现的最接近我在亚洲所感受到的科技最小化状态的群体。阿米什人对财物的选择让我心存敬意。他们不加装饰的住所令人非常舒心。我体会到自己的生活——因高科技而顺畅——与他们的生活并行不悖，也尝试将生活中的技术元素减至最少。抵达东海岸时，除了自行车，我一无所有。

我成长于20世纪50~60年代的新泽西州郊区，生活中科技无处不在。但是直到10岁时，家里才有了电视机，而且当它真正出现在家中时，我完全不感兴趣。我目睹了电视是如何影响朋友们的。电视技术有着不同寻常的力量，能够在特定时刻召唤人们，几个小时内吸引住他们。电视播放有创意的商业广告，告诉人们获取更多科技产品。人们接受了这种宣传。我注意到其他有影响力的技术（例如汽车）似乎也可以使人们顺从，推动他们购买和使用更多的科技产品和服务（高速公路、汽车电影院、快餐）。我决定将自己生活中的技术元素压缩到最低限度。青少年时期，我很少与人聊天，对我而言，科技自言自语的嘈杂声仿佛掩盖了

朋友们的真实声音。越少涉入科技的逻辑循环，自己的人生轨道似乎就越顺畅。

横穿美国的自行车之旅结束的那年，我27岁。我在纽约州北部购置了一块廉价土地，隐身于此，那里林木繁茂，不需要任何建筑规范。我和一位朋友一起，砍下橡树，锯成木料，用这些自制的木材建起了一所房子。我们钉紧每一块杉木板，依次搭在屋顶上。我还清晰记得搬运数以百计的大石块修建一堵护土墙的场景，这墙不止一次被溢出的溪水冲垮过。我靠自己的双手搬运了很多次。另外，我们用了更多的石块在客厅砌好一座巨大的壁炉。尽管工作很辛苦，但这些石块和橡树木材让我充分体验到阿米什般的满足感。

不过，我不是阿米什人。我认为，如果要砍倒大树，使用链锯是个明智选择，任何一位拥有链锯的森林部落成员都会同意这一点。一旦我们的注意力被吸引到科技上，并且更加确定自己的需求，那么，某些技术优于其他技术就是不言自明的了。如果说在不发达世界的旅行教会我一些道理，这道理就是：阿司匹林、棉衣、金属罐和电话是伟大的发明。它们属于好的技术。世界各地的人们尽其所能获取这些物品，几乎没有例外。任何人，如果曾经拥有设计完美的便捷工具，就会明白它可以扩展自己的精神世界。飞机拓宽了我的视野，书本开启了我的思想，抗生素挽救过我的生命，摄影术激发出我的灵感。甚至链锯——可以轻松锯开手斧难以对付的树瘤，也渐渐让我对树木的美丽和力量心怀敬意，这种敬意是世界上其他任何事物都无法产生的。

我开始痴迷于挑选几种可以拓展精神世界的工具。1980年，我成为《全球概览》（The Whole Earth Catalog）的自由撰稿人，这家杂志让读者自己从浩如烟海的自编素材中选择和推荐合适的材料。20世纪70~80年代，《全球概览》本质上是一家先于网络和计算机出现的由用户建立的网站，使用的是廉价的新闻纸。读者即作者。人们精挑细选的简单工具能够引发生活的变化，这令我激动不已。

28岁时，我开始销售邮购的自助游指南，这些资料包括关于如何进入占世界大部分的科技欠发达地区的信息。当时，我仅有的两项重要财产是自行车和睡袋，因此从朋友那里借了一台计算机（早期的苹果二代），使我的兼职实现自动化，又找到一只便宜的电话调制解调器，通过它把文档发送给印刷厂。《全球概览》的一位对计算机感兴趣的编辑同事私下给我一个来宾账号，使我得以远程参与一个处于试验阶段的电话会议系统，该系统由新泽西理工学院的一位教授管理。不久我发现自己沉迷于一件规模更大、范围更广的事物：新生的网络社区。对我来说，这是一块比亚洲更陌生的新大陆。于是我开始对它进行报道，仿佛

在报道异域的旅行目的地。令我深感惊讶的是，我发现这些高科技计算机网络并没有使我这样的早期用户迷失心智，而是丰富了我们的思想。这些由人和电线构筑的生态网络具有某种意想不到的有机性。在完全的虚无之外，我们正在培育虚拟的共同体。数年后当互联网终于出现时，对我来说早已不是新鲜事物。

随着计算机进入我们生活的中心，我对科技有一些过去未曾注意到的新发现。科技除了能够满足（和创造）欲望以及偶尔节省劳动力之外，还有其他功能：创造新机会。我亲眼见证了在线网络将人们与观念、选择以及在其他情况下不太可能遇到的人联系起来。在线网络释放了激情、多重创造力和无私精神。就在这个具有重大文化意义的时刻，当专家们宣称写作已经消亡时，数百万人开始在线写作，数量比过去还要多。就在专家们断言人们会离群索居时，数百万人开始大批聚集。通过网络，他们以无数种方式组成团体，合作共享，共同创造。这对我是一种新的体验。冷冰冰的硅质芯片、长长的金属线和复杂的高压设备在孕育我们人类最优秀的技术成果。就在我发现计算机网络激发灵感并使机会多样化的过程后，马上意识到其他技术，例如汽车、链锯和生化技术，对了，甚至还有电视机，都具备同样的功能，只是方式略有不同。这令我对科技的认知完全不同以往了。

我热衷于早期的远程会议系统，1984年，《全球概览》以网上办公的形式聘用我，帮助编辑第一本评论个人电脑软件的消费者出版物。（我相信，自己也许是世界上第一个被在线聘用的人。）数年后，我参与建立新兴的互联网的首个大众网络接口：被称为WELL的门户网站。1992年，我帮助创办《连线》杂志——数字文化的官方喉舌，在发行的前7年里担任内容策划。从那时起，我就坚持尽可能少地使用科技产品。现在，我的朋友们从事各种发明创造工作，包括超级计算机、基因药物、搜索引擎、纳米技术和光纤通信，所有这些都是新生事物。目及之处，我都能看见科技的改造力量。

但是，我没有掌上电脑、智能手机或者蓝牙设备之类的产品，也不写微博。我的三个孩子在拒绝电视的环境中长大，现在家中仍然没有广播或有线电视。笔记本电脑和我无缘，旅行时也不会携带电脑。在我的圈子里，我常常最后一个添置最新的必备设备。现在我骑车的时间比开车要多。朋友们忙于应付不断振动的掌上设备，而我继续与各种各样的科技产品保持距离，以免忘记自己的身份。同时，我还管理着一家很受欢迎的内容每日更新的网站，名为「绝妙工具箱」，很久以前我在《全球概览》评估读者精选出的提高个人自主性的工具，这个网站就是那份工作的延续。我的工作室源源不断地收到自制工具，提供者希望得到宣

传。它们当中有很大一部分再也没有被领走，我周围堆满了器物。虽然生活中小心翼翼，但我还是有意地选择了让自己尽可能多地接触科技产品。

我承认，自己与科技的关系充满矛盾。我想各位读者也会面对这样的矛盾。今天，我们的生活无法摆脱这样一种复杂且持续的现实，即越来越多技术元素带来的便利和个人减少对科技的依赖性之间的对立关系：我应该给孩子买这件设备吗？我有时间熟悉这套节省劳动的设备吗？进一步的话，还会考虑：总之，科技到底将从我的生活中夺去什么？这是怎样的一股全球性的力量，令我们既爱又恨？我们该如何应对？可以拒绝吗？或者，每种新科技都是必然出现的吗？面对不断涌现的新事物，我应该支持还是质疑——我的选择重要吗？

我需要找到这些答案，在我面对科技左右为难时予以指导。我的第一个疑惑是最基本的。我意识到，对于什么才是科技，过去我一无所知。它的本质是什么？如果不知晓科技的本质，那么当一项新的技术问世时，我将缺乏评判的框架来判断应该以热烈还是消极的心态去接受。

我对科技本质的疑虑以及与它的矛盾关系让我花了7年时间思考，并最终促成本书的写作。我的研究让我返回时间的起点，又前往遥远的未来。我深入探究科技史，在硅谷——我的住处——聆听未来学家的演讲，富有想象力地描述未来的情景。我与一些最激进的科技评论家和他们最热情的粉丝面谈；回到宾夕法尼亚乡下，花更多的时间与阿米什人在一起；在老挝、不丹和中国西部的山村中旅行，倾听物资匮乏的穷人的心声；访问实力雄厚的企业的实验室，这些实验室在努力研发大家公认未来几年必不可少的用品。

越仔细观察相互矛盾的科技发展趋势，我的疑惑就越深。我们对科技的困惑通常起始于某个非常具体的考虑：我们应该允许克隆人类吗？长期通过手机短信交流会让孩子们变成哑巴吗？我们希望汽车自动寻找车位停泊吗？随着疑惑的加深，我意识到要想找到令人满意的答案，我们首先需要把科技看成一个整体。只有通过了解科技史，预测它的发展趋势和偏好，追踪当前方向，我们才有希望解决个人困惑。

尽管科技有着强大的影响力，但它看不见，难以发现，不可名状。举个例子：自1790年乔治·华盛顿第一次发表国情咨文以来，每一任美国总统都要就国家现状、前景和全球最重要的力量向国会发表年度咨文。1939年之前「科技」这个术语从未以口语的形式出现。1952年之前，它从未在一篇国情咨文中出现两次。毫无疑问，我的祖父母和父母已被科技包围！但作为所有发明的总和，在其成熟期的大部分时间里，科技是个无名氏。

「Technelogos」这个词字面上来自希腊语。古希腊人使用「techne」这个词时，指的是艺术、技能、手艺，甚至还有聪明的意思，最贴切的翻译也许是「才智」。techne用于表示巧妙运用现有条件完成任务的能力，从这个意义上说，荷马这样的诗人极为看重这一品质。奥德赛王是techne大师。而柏拉图与当时的大部分学者一样，认为techne——他用这个词指代手工工艺——属于底层知识，是不纯洁、低俗的东西。因为对实践知识的蔑视，柏拉图在对所有知识进行复杂分类时省略了对手工艺的说明。事实上，古希腊文献中甚至没有一篇著作提及technelogos，只有一个例外。就目前所知道的，是在亚里士多德的《修辞学》（Rhetoric）一文中，第一次将techne列入逻各斯（logos，意为词汇、语言或者文化），表示「technelogos」单项。在这篇文章中，亚里士多德四次提到「technelogos」，但确切含义均不明晰。他指的是「语言的技巧」，还是「关于艺术的论述」？也可能是手工艺文化？在短暂而又隐秘地登场之后，「科技」这个词汇基本上消失了。

当然，科技本身不会消失。希腊人发明了铁焊接、风箱、车床和钥匙。他们的学生罗马人发明了拱顶、引水渠、吹制玻璃、水泥、下水道和水磨坊。但是，在他们的时代以及此后许多个世纪，总体而言，所有被制造出来的科技产品实际上不为人所知——从未作为独立主题进行讨论，甚至显然从未被人们思考过。在古代世界，科技无处不在，人们却视而不见。

在接下来的许多世纪，学者们继续将制作器物称为手艺（craft），将创造力称为艺术（art）。随着各种工具、机器和精巧装置的传播，操作它们的工作被称为「有用的艺术」。每一项有用的艺术，例如采矿、编织、金属加工和缝纫，都有自己的独门秘技，通过师傅学徒的关系代代相传。不过这仍然是艺术，这个词汇在此处表达的是其原意的奇特延伸，保留了古希腊语中的手艺和才智之意。

在接下来的几千年中，人们认为艺术和技术显然属于个人范畴。每件艺术作品——无论是铁制栅栏还是药方——都被视为特定个人的特殊才智产生的独一无二的表现形式。任何产品都是单个天才的杰作。按照历史学家卡尔·米查姆（Carl Mitcham）的解释，「大规模生产是传统思想无法想象的，这不仅是因为技术原因」。

到中世纪的欧洲，手工业的发展最引人注目的是使用了新的能源。一种高效率的轭具在全社会得到广泛使用，大幅增加了农田亩产量。同时人们改进水磨坊和风车，提高木材和面粉的产量，改善排水系统。所有这些物资的大规模生产都是在非奴隶制的环境中实现的。正如科技史学家林恩·怀特（Lynn White）写到的那样：「中世纪晚期的主要辉煌成

就不是大教堂和史诗，也不是经院哲学，而是推动了这样的潮流：这个庞大文明在历史上第一次主要依靠非人力动力来生存，而不是奴隶或苦力的汗流浃背。」机器正成为我们的苦力。

18世纪，几种革命让社会翻天覆地，工业革命是其中之一。机械生物侵入农庄和家庭，但人们对这种入侵同样没有称谓。最终，在1802年，德国哥廷根大学经济学教授约翰·贝克曼（Johann Beckmann）为这股新兴力量命名。贝克曼认为，「有用的艺术」迅速传播，重要性日益增加，因此需要按照「系统的结构」来教学。他谈到建筑艺术、化学工艺、金属工艺、砖石工程和制造工艺，并首次宣称这些知识领域相互交叉。他把这些知识统一整理为综合课程，撰写了题为《技术指南》（Guide to Technology，德语为Technologie）的教材，重新使用了那个被遗忘的古希腊词汇。贝克曼希望他的纲要成为这个领域的第一门课程，事实的确如此，并且不止于此。这本教材给科技命名，就像我们今天所做的那样。科技有了名称，就不再是隐形的。注意到它的存在后，我们会感到诧异，人们怎么能对它视而不见。

贝克曼的功绩不只是为科技正名。他是首批认识到我们的成就不仅仅是随机发明和优秀思想的组合的人物之一。作为整体的科技，在如此漫长的时期里不为我们所知，原因是其中比例很小的个人天才成分的遮掩扰乱了我们的视线。一旦贝克曼摘下这层面纱，人们的技艺和手工艺品就可以被视为与个人无关的由独立要素编织而成的连贯整体。

每一项新发明取得进展都需要借鉴过去的发明成果。没有用铜压制成的电线，机器之间就无法连接。不开采煤矿或铀矿，不在河流上筑坝蓄水，不采集稀有金属制造太阳能电池板，就没有电。没有交通工具运送，就不会有工厂的物流循环。没有锯子锯出的手柄，就没有锤子；没有锤子锻成的锯条，就没有手柄。这种由系统、子系统、机器、管道、公路、线缆、传送带、汽车、服务器和路由器、代码、计算器、传感器、文档、催化剂、集体记忆和发电机构成的全球范围内循环不断、相互连接的网络——整套由互相关联、互相依存的部分组成的宏大装置形成一个单独的系统。

当科学家开始研究这个系统的运转过程时，很快就注意到一些不寻常的迹象：科技的庞大系统经常像原始有机体一样工作。网络，特别是电子网络，显示出仿生行为。在我早期体验在线生活时，我发现，发出电子邮件后，网络会将邮件截成数段，然后通过多条路径将这些片段发送至收件人地址。多路径不是预先确定的，而是根据整个网络的实时流量「临时决定」。事实上，电子邮件分拆成两个部分，可能历经完全不同的路径，到达终点时又恢复如初。如果某个片段在传送途中丢失，会

再次从其他路径发送，直至抵达终点。这种不可思议的有机性令我吃惊——像极了蚁巢中传送信息的方式。

1994年，我的一本名为《失控》的书得以出版，该书详细地探讨了科技系统模仿自然系统的方式。我以计算机程序和合成化学品为例，前者可以自我复制，后者可以自我催化——还有简单的机器人，他们甚至可以像细胞那样自组装。许多复杂的大型系统，例如电网，被设计成具有自我修复功能，与我们身体的同类功能差别不大。计算机专家运用进化规则生成人类难以编写的计算机软件，研究者不是设计成千上万条代码，而是使用进化系统挑选最佳的代码行，不断使之变异，去除有缺陷的部分，直至进化后的代码可以完美运行。

同时，生物学家逐渐知道，生命系统也具备机械过程——例如计算——的抽象本质。举个例子，研究者发现DNA（脱氧核糖核酸）——取自依附在我们肠内的无处不在的大肠杆菌的真实DNA——可用于计算数学难题的答案，就像计算机。如果DNA可以制作成正在运行的计算机，而计算机可以像DNA那样进化，那么在人工制品和自然生命之间有可能——或者说一定——存在某种对等关系。科技和生命一定共同具备某些基本属性。

在我对这些问题感到困惑的日子里，科技发生了异常的变化：最优秀的科技产品变得难以置信地非实体化。奇妙的产品体积越来越小，用料越来越少，功能越来越多。一些最出色的科技产品，例如软件，完全没有物质实体。这种发展趋势并非今天才有，历史上任何一份伟大发明的列表都包含大量体积细小的发明：计算器、字母表、指南针、青霉素、复式记账法、美国宪法、避孕药、牲畜驯养、零、细菌理论、激光、电、硅质芯片等。如果这些发明中的大多数落到脚趾上，你是不会受伤的。现在，非实体化过程开始加速。

科学家得出一个惊人的结论：无论生命的定义是什么，其本质都不在于DNA、机体组织或肉体这样的物质，而在于看不见的能量分配和物质形式中包含的信息。同样，随着科技的物质面罩被揭开，我们可以看到，它的内核也是观念和信息。生命和科技似乎都是以非物质的信息流为基础的。

此时，我意识到需要更清楚地了解是什么力量贯穿科技始终。真的只是幽灵般的信息？或者说科技还需要物质基础？是自然力量还是非自然力量？科技是自然生命的延伸，这一点可以确定（至少对我而言是如此），但是它与自然的差异表现为什么形式？（尽管计算机和DNA共同具有某些本质属性，但不能说苹果电脑与向日葵一样。）还有一点可以肯定，即科技来自人的大脑，但是大脑的产物（即使是人工智能这样的

认知产物）在何种程度上不同于大脑本身？科技是否具备人性？

我们倾向于将科技等同于闪烁着智慧之光的工具和器械。尽管我们承认科技能够以非实体的形式存在，例如软件，但我们一般不会把绘画、文学、音乐、舞蹈、诗歌和通常意义上的人文学科归属于科技。其实，应该包含这些内容。如果说UNIX系统内上千行的字母可称为科技——用于制作网页的计算机代码，那么英语文学（如《哈姆雷特》）中的上千行字母也应当可以。它们都能改变我们的行为，影响事件的进程，为未来的发明创造机会。因此，莎士比亚的十四行诗和巴赫的赋格曲与谷歌的搜索引擎和iPod同属一类：都是大脑产生的有用的东西。电影《指环王》拍摄过程中运用了多种相互交错的技术，我们无法分割它们。正如用数字技术展现想象出来的角色一样，对原始故事进行文学演绎也是一项发明。二者都是人们想象力的有意义的产物，都让观众感到震撼，都具备科技的属性。

为什么不把数量庞大的发明创造统称为文化？事实上有人这么做。在这种用法中，文化包括迄今为止所有被发明出来的技术和这些技术的产物，以及我们的集体思维产生的其他任何东西。当有人提及「文化」时，如果他所指的不仅是当地的民族文化，而且包含人类的整体文化，那么这个词汇所指代的就非常贴近我一直在谈论的科技涵盖的广阔范围。

但是「文化」这个词汇有一个至关重要的缺陷：过于局限。1802年贝克曼为科技正名时认识到，我们正在进行的发明将以自我繁殖的形式孕育其他发明。科技艺术产生新工具，新工具又引发新艺术，新艺术再次催生新工具，无限循环。手工制品的操作越来越复杂，来源越来越相互关联，以至于它们构成了新的整体：科技。

「文化」这个词汇不能表达出这种推动科技发展的必不可少的自推进动力。但是，说实话，科技这个词也不是特别贴切，它也有很大局限性，因为科技也可以表示具体的方法和装置，例如「生物技术」、「数字技术」，或者石器时代的技术。

我厌恶发明一些其他人不使用的字眼，不过就本例而言，所有已知的选项都未能反映所需的范畴。因此我勉强创造了一个词汇来指代环绕我们周围的科技系统，这个系统涵盖范围更广，具有全球性和大范围的相关性。这个词汇就是技术元素（technium）。技术元素不仅指硬件，而且包括文化、艺术、社会制度以及各类思想。它包含无形的事物，例如软件、法律和哲学概念。最重要的是，它包括人类发明所具有的「繁殖」动力，这种动力促进新工具的制作和新的科技发明，鼓励不同技术进行沟通以实现自我改进。在本书的其余部分，其他人使用科技一词以

示复数或者表示整个系统（如「科技加速发展」）的地方我将使用技术元素这个词汇。在指代具体技术，如雷达或塑料聚合物时，我会使用科技一词。举个例子，我会说：「技术元素加快科技发明的速度。」换句话说，科技可以申请专利，而技术元素包括专利系统本身。

总之，英语中的技术元素与德语的technik类似，后者同样概括了机器、方法和工程流程的总和。技术元素还与法语名词technique有关联，法国哲学家用这个词表示社会和工具文化。不过，这两个词都没有抓住我所认为的技术元素的本质属性：这是关于发明创造的自我强化系统的理念。在进化过程中的某个时刻，处于反馈环和复杂互动过程中的工具、机器和观念系统变得非常密集，从而产生了些许独立性。这个系统开始具备某种自主性。

乍看之下，这个关于科技独立性的概念很难理解。我们在学校学到的对科技的认知是：首先它是一堆硬件，其次是完全依赖我们人类的无生命物质。按照这个观点，科技只是我们的产品。没有我们，它就不存在，它只能根据我们的意愿实现其功能。这也是我开始思考上述问题时的观点。但是，我越深入了解科技发明的整个系统，就越意识到它的强大和自我繁殖能力。

有很多科技的支持者——也包括很多反对者——强烈反对技术元素的自主性理念。他们坚持认为科技只能听从人类的指挥。在他们看来，科技自主性的概念只是我们一相情愿的想法。现在我接受一种相反的观点：经过1万年的缓慢发展和200年令人难以置信的复杂的与人类剥离的过程，技术元素日渐成熟，成为自己的主宰。它的持续性自我强化过程和组成部分使之具有明显的自主性。过去它也许像老式计算机程序一样简单，只是机械地重复我们的指令，但是现在，它更像复杂的有机组织，经常跟随自己的节拍起舞。

好了，这听起来充满诗意，但是，有没有任何证据证明技术元素的自主性呢？我认为有，不过这取决于我们如何定义自主性。在这个世界上，我们最重视的属性都是极不稳定的。生命、思维、意识、秩序、复合性、自由意志和自主性这些概念的定义都是多种多样、自相矛盾且不充分的。生命、思维、意识或者自主性始于何处、终于何处，没人能达成一致。最能达成共识的是这些属性都不是二进制的，它们的存在具有连续性。因此，人类有思维，狗和老鼠也有。鱼有微小的大脑，因此必然有简单的思维。这意味着大脑更小的蚂蚁也有思维吗？要拥有思维，需要多少神经元？

自主性的程度会发生类似的变化。新生的角马出生后就会自己走路。而人类婴儿在出生后前几年如果没有母亲的照顾就会死亡，因此我

们不能认为他有自主性。甚至成年人也不是100%的自主，因为我们依靠内脏中的其他物种（例如大肠杆菌）帮助消化食物和分解毒素。如果人类不是完全自主的，那么谁会是？有机组织或系统不需要通过完全独立来展示一定程度的自主性，它可以像任何物种的新生儿一样，从极小的自主性开始，逐渐提高独立程度。

那么，怎样判断自主性呢？我们可以认为，如果某个实体表现出以下任何一种特性，它就具备自主性：自我修复、自我保护、自我维护（获取能源、排放废物）、对目标的自我控制、自我改进。所有这些特性的共同点当然是自我在某个层次的展现。就技术元素而言，我们找不到表现出所有上述特性的系统的例子，但是有大量表现部分特性的例子。无人机可以自动驾驶，在空中飞行数小时，但不能自我修复。通信网络可以自我修复，但不能自我繁殖。计算机病毒可以自我繁殖，但不能自我改进。

深入了解覆盖全球的庞大的信息网络，我们也会发现科技具有初级自主性的证据。这个技术元素的组成部分拥有170千兆计算机芯片，连成一个百万级的计算平台。全球网络的晶体管总数现在与大脑中神经元的数量几乎相等。网络文档的链接数量（想象世界上全部网页的全部链接）大约等于大脑神经元突触连接数。因此，这张不断扩张的行星电子外膜堪比人脑这种复杂事物。它接入了30亿只人造眼（电话和网络摄像头），以14千赫的高频（几乎听不到的高音）运行关键词搜索。这项奇妙的发明如此巨大，以至于消耗的电力占全球的5%。当计算机专家仔细研究穿梭其间的信息流量汇成的滔滔江河时，他们无法一一说明所有数据的来源。每时每刻都有数据片段被错误传送，此类突变绝大多数由某些可识别的原因造成，例如黑客入侵、机器故障和线路损坏；另一方面，研究者将小部分突变归因于某种方式的自我改变。换句话说，技术元素传送的信息有很少的一部分不是产生于已知的人造网络节点，而是完全来自系统本身。技术元素在喃喃自语。

对穿行于全球网络的信息流的进一步分析，揭示出它在缓慢改变组织规则。对于100年前的电话系统，信息在网络中以数学家所说的随机模式传播。但是在过去的10年中，经过统计，数据的流动逐渐向自组织系统的模式靠近。首先，全球网络显示出自相似性，即通常所说的分形模式。我们这样形容这种分形模式：树枝粗糙的外廓无论是近看还是远观都相似。今天，信息以自组织的分形模式在全球电信系统中传播。这个观察结果不能证明自主性的存在，但自主性经常早在被证实之前就已不证自明。

人类创造了技术元素，于是希望对其施加自己的影响。不过，我们

慢慢才明白，系统——所有系统——产生自我推动力。技术元素是人类思维的产物，因而也是生命的产物，甚至是最初导致生命出现的物理和化学自组织的产物。与技术元素共享深层次根基的不仅有人脑，还有古生物和其他自组织系统。正如思维必须遵循认知规律及支配生命和自组织的定律一样，技术元素也必须服从思维、生命和自组织——包括人脑——的定律。所以，在施加于技术元素的各层次影响因素之外，人脑才是唯一的，甚至也许是最弱的。

技术元素遵从我们的设想，以完成我们试图引导它们去完成的任务为目标。但是在这些驱动力之外，技术元素有它自己的需求。它要梳理自己，自我组合成不同层次，就像大多数内部关联度很高的大型系统一样。技术元素还追求所有生命系统所追求的：使自己永存，永不停息。随着它发展壮大，这些内部需求的复杂度和力度将加强。

我知道这个观点听起来很奇怪。它似乎让非人事物具备人格。烤面包机怎么会有需求？难道我不是在将过多的意识赋予非生物，以此来增大它们对人类的现有影响力——或者说，它们现在还没有这种影响力？

这个问题问得好。其实，「需求」一词不是人类专用的。你的狗想要玩飞盘，你的猫需要人搔痒，鸟儿需要同伴，虫儿需要湿气，细菌需要食物。微观的单细胞有机体的需求更加简单、更加容易满足，数量比你我更少。但是，所有有机体都有着若干共同的基本欲望：生存，成长。这些「需求」是一切生物的驱动力。单细胞生物的需求是无意识的、混沌的——更像冲动或偏好。细菌偏好追逐营养物，没有任何需求意识。为了满足需求，它消极地选择只向一个方向运动。

就技术元素而言，需求并不意味着深思熟虑的决定。我（此时此刻）不相信技术元素是有意识的。它的机械式的需求与其说是认真思考后的结论，不如说是偏好，或者说是倾向、冲动、轨迹。科技的需求接近于需要，一种对某事物的强迫欲望，就像海参寻找配偶时的无意识漂流。各组成部分之间数以百万计的强化关系和不计其数的互动路径推动整个技术元素无意识地向某些方向发展。

科技的需求通常可能显得抽象或神秘，但是现在——偶然有机会，它们会在你面前一览无遗。最近我前往离斯坦福大学不远的郊区一处树木茂密的地带，访问一家名为柳树车库的新成立的公司。该公司开发最先进的研究型机器人。柳树车库公司最新的个人机器人版本PR2高度大约到人的胸部，依靠4个轮子运动，有5只眼睛，两条粗壮的手臂。当你抓住其中一条手臂时，它既不会关节变得僵硬，也不会歪倒，而是灵活地作出反应，让手臂柔和地弯曲，仿佛上肢是有生命的。这是一种神奇的感受。而且，这台机器人的抓握是有目的的，就像人类一样。2009年春

天，PR2在室内环形跑道上跑完26.2英里的马拉松，没有撞上任何障碍物。在机器人王国里，这是一项巨大成就。但是，PR2最令人瞩目的成功之处还在于它能自动发现电源插座并充电。它的程序设置了自动充电功能，当它避开障碍物抵达电源时就会记录这条具体路径。因此当它「饥饿」时，会搜索室内12个可到达的电源插座中的某一个，为电池充电。它用一只手握住电源线，通过激光和光学眼与插座对准，以渐进模式慢慢探寻，找到正确的插口，然后将插头导入充电。之后数小时内它会一直吸收能量。由于软件还未调试至最佳状态，出现了几个意想不到的「需求」。一台机器人在电量还足够时就请求充电，还有一次PR2在没有正确拔掉插头的情况下离开，电线被拖在身后，如同加油管还插在油箱上健忘的车主就开车驶出加油站。与机器人的行为一样，它的欲望也变得更加复杂。如果在PR2没电时站在它面前，它不会伤害你。它会倒退，在房间里四处走动，搜寻任何可以找到插座的路径。PR2没有意识，不过站在它和电源插座之间，可以明显地感觉到它的需求。

我家地板下有一个蚁巢。如果我们允许的话（当然我们不会允许），这些蚂蚁会从我家的食品柜中搬走大部分食物。我们人类有责任尊重自然，只是有时不得不打败它。在折服于自然之美的同时，我们也经常短暂地拔刀相向。我们编织衣物，将自己与自然界隔离，调制疫苗给自己注射，以抵御大自然的致命疾病。我们涌向荒野感受青春活力，但却带着帐篷。

现在，技术元素和大自然一样，在人类世界发挥巨大影响，我们应该像对待自然那样对待技术元素。我们不能要求科技服从我们，就像不能要求生命服从我们。有时我们应该臣服于它的指引，乐于感受它的多姿多彩；有时我们应该努力改造它的本来面目，以迎合自己的需求。我们不必执行技术元素的所有要求，但是我们能够学会利用这股力量，而不是与之对抗。

要成功实现上述目标，首先我们需要理解科技的行为。为了确定应对科技的方法，我们必须掌握科技的需求。

洋洋洒洒说了这么多，理解科技想要什么才是我的结论。我认为，通过感受科技的诉求，我已能够建立准则，引导自己认清这个不断壮大的科技孵化网络。对我而言，科技更高层次的目标是让我们通过它的眼睛认识世界。意识到它的需求，大大减少了我在决定如何与科技交往时的困扰。本书是我关于科技想要什么的报告。我希望它能帮助其他人找到自己的方式，使科技产生的福利最大、代价最小。

1. 各章专家导读由财讯传媒集团首席战略官段永朝先生撰写。

第一部分：起源

第二章 发明我们自己

专家导读

第二、三、四章，是本书的第一部分。凯文·凯利从三个层面解答同一个问题：「技术元素」是如何起源的？

借助于人类学家、考古学家发现的大量史料，凯文·凯利梳理了工具、语言伴随人类进化的简略历史。这是探索「技术元素」起源的第一层。

对使用简单器具狩猎、筑巢和切割食物的猿人，甚至更多的灵长类动物来说，工具的使用其实并不稀奇。用生物学家贾里德·戴蒙德的话说，5万年以前的类人猿虽然能灵巧地使用工具，但「脑子里缺根弦」，这根弦是动物和「现代智人」的分水岭；接上这根弦的标志，是「语言的发明」。

语言与工具（技术）的这种伴生关系，一直伴随着人类漫长的进化历程。从非洲、美洲、澳洲的原始部落大迁徙中，千挑万选的植物种子、驯养的家禽、粗糙但越来越合手的工具，是文明演进的活化石。

但是，凯文·凯利的目光并没有在此止步。

「科技驯化了我们」，这件事情更为重要。使用工具的人类祖先，他的牙齿、胃、毛发、脚趾，都缓慢地发生着变异，这种进化，其实是「与技术同步进化」的过程。

在凯文·凯利看来，漫长的共同演化，使技术、工具远远不是冷冰冰的名词。它是有灵性的、充满活力的，它是「一种生机勃勃的精灵，要么推动我们前进，要么阻碍我们；它不是静态事物，而是动

态过程」。

技术并非外在于人，是建立对技术的「亲近感」的重要内容。倘若将技术全然当做「身外之物」，或者「形而下者的器物」，那种割裂感才是真正要命的。

技术，是人的「第二肌肤」，一直是，将来也是。

为了预测科技的发展方向，我们需要了解它的起源。这并不容易。我们越深入追溯技术元素的发展史，它的起源就越显得遥远。因此，让我们从人类自己的起源——史前某个时期开始，那时人们主要生活在非人造环境中。没有科技，我们的生活是什么样的？

此类问题的关键在于科技先于人类出现。其他许多动物比人类早数百万年使用工具。黑猩猩过去用细枝条制作狩猎工具（当然现在仍然如此）从土堆中取食白蚁，用石块砸开坚果。白蚁自建巨大的土塔作为家园。蚂蚁在花园里放养蚜虫，种植真菌。鸟类用细枝为自己编织巢穴。有些章鱼会寻找贝壳，随身携带，作为移动住宅。改造环境，使之为己所用，就像变为自身的一部分，这种策略作为生存技巧，至少有5亿年的历史。

250万年前我们的祖先首先砸碎石块做成刮削器，为自己添加利爪。到了大约25万年前，他们发明用火烧煮食物——或者说使食物易于消化——的简单技术。煮食相当于人造胃，这是一种人造器官，使人类的牙齿和颚肌变小，食物品种也更多。技术辅助型狩猎也同样古老。考古学家发现过一个石枪头插入一匹马的脊椎，一根木矛嵌在10万年前的马鹿的骨架中。这种使用工具的模式在此后的岁月里只是更加频繁地出现而已。

所有技术，例如黑猩猩的钓白蚁竿和人类的鱼竿，海狸的坝和人类的坝，鸣禽的吊篮和人类的吊篮，切叶蚁的花园和人类的花园，本质上都来自自然。我们往往会把制造技术与自然分开，甚至认为前者是反自然的，仅仅是因为它已经发展到可与自然始祖的影响和能力相匹敌。不过，就其起源和本质来说，工具就像我们的生命一样具有自然属性。人是动物——毋庸置疑，也是非动物——毋庸置疑。这种矛盾性质是我们身份的核心。同样，技术是非自然的——从定义上说，也是属于自然的——从更广泛的定义上说。这种矛盾也是人类身份的核心。

工具和容量更大的脑明白无误地宣告进化史上人类时代的开始。第

一个简单石器出现的考古时期，也就是制造该石器的类猿人（具备人的特征的猿）的大脑开始向目前的大尺寸发育的时期。类猿人250万年前降生到地球上，手里拿着粗糙的、有缺口的石刮削器和石斧。大约100万年前，这些智力发达、挥舞工具的类猿人穿越非洲，到南欧定居下来，在那里进化成尼安德特人（脑容量增大）；后来又进入东亚，进化为直立人（也有更大的脑）。在接下来的时间里，类猿人的三条支线全部都在进化，留在非洲的那支进化为现在我们看到的人类形式。这些原始人类成为完全的现代人的确切时间存在争议，有人说是20万年前，而无争议的最晚时间为10万年前。10万年前，人类跨越了门槛，此时从外表上看，他们已与我们相差无几。如果他们中的某一个打算与我们一起去海滩散步，我们不会注意到有什么问题。另一方面，他们的工具和大多数行为与欧洲的尼安德特人和东亚的直立人难以区别。

此后的5万年变化不大。非洲人的骨架结构这一时期保持不变，他们的工具也没有多少改进。早期人类使用草草制成的带有锋利边缘的大石块切割、戳刺、凿孔和叉鱼。但这些手持工具没有专门化，不随地域和时间变动。在这个时期（被称为中石器时代）的任何地方或任何时间，某个类猿人捡到一块这样的工具，它都会和数万英里之外或者相差数万年的同类工具——不论其制造者是尼安德特人、直立人还是智人——相似。类猿人就是缺乏创新。正如生物学家贾里德·戴蒙德（Jared Diamond）评价的那样：「尽管他们的大脑不小，但少根弦。」

接下来，大约5万年前，缺的那根弦被安上了。虽然早期非洲人类的躯体没有变化，但是基因和思维发生了巨变。类猿人第一次满脑子主意和创新意识。这些新生的充满活力的现代人，或者说现代智人（我用这个称谓来区分他们和更早的智人），离开祖先在东非的家园，进入新地区。他们在草原上分道扬镳。就在1万年前农耕文明的历史即将拉开帷幕时，他们的人数出现了相对短暂的爆发式增长，从非洲的数万人猛增至全世界的约800万。

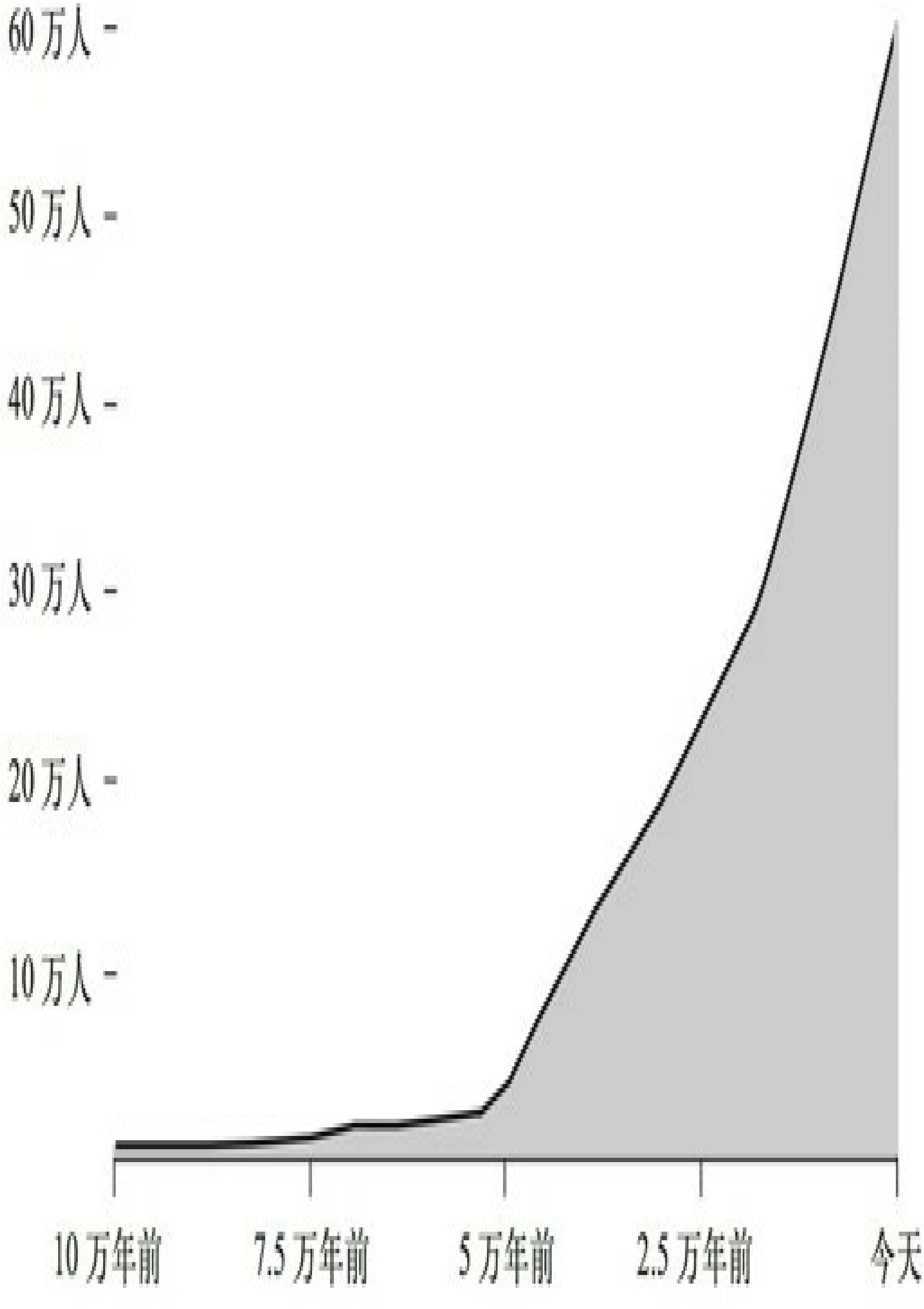

60 万人
50 万人
40 万人
30 万人
20 万人
10 万人
10 万年前
7.5 万年前
5 万年前
2.5 万年前
今天

图2–1　　　史前人口大爆炸。第一次人口大爆炸示意图，始于约5万年前。

现代智人在全球迁移并在各大洲（除了南极洲）定居的速度令人吃惊。他们用5000年的时间征服欧洲，又经历15000年到达亚洲边缘。现代智人的部落从欧亚大陆经大陆桥进入现在所称的阿拉斯加后，只耗时数千年就占据了整个新世界。现代智人以执著的精神进行扩张，此后的38000年里他们的征服速度达到每年1英里（2公里）。他们不断前进，直到能抵达的最远处才停下脚步，这个地方就是南极洲的最北端陆地。智人完成在非洲的「大跃进」后，历经不到1500代，成为地球史上分布最广泛的物种，居住地遍及这个星球的所有生物带和每一条河的流域。现代智人是前所未有的最具侵略性的外来生物。

今天，现代智人分布的广度超过了已知的任何大型物种，没有其他任何可见物种占据的地理和生物生态位比智人多。现代智人的占领总是迅速的。贾里德·戴蒙德评论道，「毛利人的祖先抵达新西兰后」，只携带少量工具，「显然在不到1个世纪的时间内就找到全部有价值的石料来源，又用了几个世纪就将栖息于世界上某些最崎岖地带的新西兰恐鸟屠戮殆尽」。这种在数千年的持续稳定后突如其来的全球扩张只有一个原因：技术革新。

当现代智人的扩张刚刚起步时，他们将动物的角和长牙改造为矛和刀，巧妙地以动物之利器还治其身。5万年前扩张序幕开启的那段时光，他们制作小雕像和最早的首饰，绘制最早的画，将贝壳制成项链。尽管人类用火的历史很长，但最早的炉床和避火设施大约是在这个时期发明的。稀有贝壳、燧石和打火石的交易出现了。几乎同一时间现代智人发明了渔钩和渔网，以及将兽皮缝制成衣物的针。兽皮精心剪裁后的余下部分被扔进坟墓。从那时起，一些陶器上开始出现编织的网和宽松织物的印记。同一时期现代智人还发明了狩猎陷阱。他们的垃圾中有大量的小型毛皮动物的骨骼，但没有脚；现代使用陷阱的捕猎者仍然按这种方式剥掉小动物的皮，将脚部与皮留在一起。艺术家们在墙上描绘身着皮大衣、用箭和矛猎杀动物的人。重要的是，与尼安德特人和直立人的简陋发明不同，各地的此类工具在细节上体现出不同的风格和技术。现代智人已经开始创新。

现代智人制作保暖衣物的思维能力打开了通向北极地区的大门，钓鱼器械的发明使人类有能力开拓世界上的海岸和河流，特别是热带地区，那里缺乏大型动物。现代智人的创新让他们能够在很多新气候带繁衍壮大，而寒带地区及其独一无二的生态系统尤其有助于创新。对于历史上的采猎部落，家园的纬度越高，需要（或者已经发明）的「技术单

元」就越复杂。与在河中捕捉鲑鱼相比，在北极气候条件下捕猎海洋哺乳动物使用的工具明显先进得多。现代智人迅速改进工具的能力使他们得以很快适应新生态圈，其速度远远高于基因进化曾经达到的速度。

在迅猛占领全球的过程中，现代智人取代了其他几个同时居住于地球的类猿人种（存在不同血缘通婚的情况），包括远亲尼安德特人。尼安德特人的规模很小，人数通常只有18000。尼安德特人作为唯一的类猿人统治欧洲数十万年后，携带工具的现代智人来到这里，此后前者又延续了不到100代便消失了。这是历史的一瞬间。诚如人类学家理查德·克莱因（Richard Klein）指出的那样，从地质学角度看，这个取代过程几乎转瞬即逝。考古记录上几乎不存在过渡期。按照克莱因的说法：「尼安德特人今天在这，第二天克鲁马努人（现代智人）就来了。」现代智人的遗迹层总是在顶部，从未出现在底部。现代智人甚至不一定对尼安德特人进行了屠杀。人口统计学家计算过，繁殖率只要有4%的差距（考虑到现代智人可以捕获更多种类的动物，这是个合理的期望值）就可以在数千年内让生育率更低的一方退出历史。这种数千年内灭绝的速度在自然进化史上没有先例。令人遗憾的是，这仅仅是一系列由人类造成的短期内物种灭绝中的第一次。

尼安德特人本应像21世纪的我们一样觉察到发生了前所未有的大事件——一股新的生物学和地理学意义上的力量崛起了。若干科学家（包括理查德·克莱因、伊恩·塔特索尔和威廉·卡尔文，以及其他许多人）认为这个发生于5万年前的「事件」就是语言的发明。在此之前，类猿人一直是智慧物种。他们可以制作粗糙的工具（虽然是无计划的），使用火，也许就如同极其聪明的黑猩猩。非洲类猿人大脑尺寸和身高的增长已达到平衡，但脑的进化还在继续。「5万年前发生的，」克莱因说，「是人类社会运转系统的一次变革。也许某处的变异影响了大脑神经元的连接方式，导致语言的形成，按照今天人们对语言的理解，就是出现了快速生成的有声语言。」与尼安德特人和直立人拥有更大容量的脑不同，现代智人发育出神经元重新组合的脑。语言改变了尼安德特人式的思维，使现代智人首次能够带着目的、经过思考后进行发明。哲学家丹尼尔·丹尼特（Daniel Dennett）用简练的语言赞美道：「在思维的进化历程中，语言的发明是所有步骤中最令人振奋、最重要的。当智人从这项发明中受益时，人类进入一个跳跃式发展阶段，将地球上的其他物种远远甩在身后。」语言的创造是人类的第一个拐点，改变了一切。有了语言的生活对那些没有语言的人来说是不可想象的。

语言使交流与合作成为可能，加速了学习和创造过程。如果某人有了新构想，在其他人了解之前，向他们进行阐述，与之沟通，新构想就

能快速传播。不过，语言的主要优点不在于交流，而在于自动产生。语言是技巧，让思维能够自我质疑；是魔镜，告诉大脑自己在想什么；是控制杆，将思想转化为工具。语言掌握了自我意识和自我对照的捉摸不定的无目标运动，从而能够驾驭思维，使之成为新思想的源泉。没有语言的理性架构，我们无法获知自己的精神活动，自然就不能思考我们的行为方式。如果大脑无法表词达意，我们就不能有意识地创造，只能偶有收获。无法用言语表达的思想零碎孤立，直到我们用可以自我交流的系统工具驯服思维，这种状况才得以改变。我们的思维需要驯化，我们的才智需要表达工具。

一些科学家相信，事实上是科技激发了语言。向运动中的动物投掷武器——石块或木棍，用足够的力量击中并杀死目标，这需要类猿人的大脑进行仔细的计算。每一次投掷都要求神经中枢大量连续的精确指导，这一过程只在刹那间完成。但是，与计算如何抓取空中的树枝不同，大脑必须在同一时间计算这一掷的若干选项：动物加速还是减速，朝高处还是低处瞄准。接着大脑必须描绘出结果，以便在实际投掷之前判断出最佳可能性——完成所有这些思考的时间不到一秒。诸如神经生物学家威廉·卡尔文这样的科学家相信，一旦大脑提高想象多幅投掷场景的能力，它就将真正的投掷过程转变为一系列快速闪过的念头。大脑用投掷语言替代投掷木棍。因此，技术被赋予的新用途就是创造原始但有益的语言。

语言难以捉摸的才能为现代智人部落的扩张开辟了很多新地域。与远亲尼安德特人不同，现代智人能够快速调整工具用以狩猎、设置陷阱捕捉更多种类的大型动物以及收集并处理更多类型的植物。有证据表明尼安德特人局限于几种食物来源。对他们骨骼的检测显示，他们缺乏鱼身上具有的脂肪酸，而且日常饮食主要是肉类，但肉的种类不多，有一半的饮食是毛茸茸的猛犸象和驯鹿。尼安德特人的消亡可能与这些巨型动物的灭亡有关。

现代智人作为兴趣广泛的采猎者而发展壮大。人类子孙数十万年绵延不绝，证明只要几种工具就足以获取足够的营养繁衍后代。现在我们得以来到世间，是因为采猎在过去的岁月中发挥了作用。关于历史上采猎者的饮食的分析显示，他们能够摄取足够的能量，符合美国食品和药物管理局针对他们的体型推荐的标准。例如，人类学家发现历史上的多比人（Dobe）平均每天采集含有2140卡路里热量的食物，鱼溪部落（Fish Creek）为2130卡，亨普尔湾部落（Hemple Bay）为2160卡。他们的菜单上有不同的植物块茎、蔬菜、水果和肉类。根据对垃圾中骨头和花粉的分析，早期现代智人的确如此。

哲学家托马斯·霍布斯断言，野人——在这里他指的是作为采猎者的现代智人——的生活「危险、粗俗，且短暂」。其实，尽管早期采猎者寿命的确很短，生活经常受到战争的威胁，但并不粗俗。他们不仅凭借仅有的十几种原始工具获得足够的食物、衣服和居所，得以在各种环境中生存，而且在使用过程中，这些工具和技术还为他们提供娱乐。人类学研究证实现代采猎者不是一整天都在打猎和采集食物。一位名叫马歇尔·萨林斯的研究人员总结道：采猎者每天在必需的日常食物获取上花费的时间只有3~4个小时，其中包括他所谓的「银行家时间」注。不过他的这一惊人结论的证据是有争议的。

根据范围更广的数据，关于现代采猎部落收集食物所耗费时间的更加现实并且争议更小的平均数是每天大约6小时。这个平均数掩盖了日常行为的大幅变动。1~2小时的小憩或者一整天用于睡觉并不少见。外部观察者几乎普遍注意到觅食者工作的非连贯性。采集者也许连续数天非常努力地寻找食物，然后在这一周余下的时间里就靠这些食物生活。人类学家把这种循环称为「旧石器时代节奏」——工作一两天，休息一两天。一位熟悉雅马纳（Yamana）部落——也可能几乎所有狩猎部落都是如此——的研究者写道：「他们的劳动事实上更多的是一时兴起，依靠偶尔的努力，他们能够积累相当多的食物，维持一段时间。然而，之后他们表现出想要无限期休息的欲望，在此期间，身心完全放松，不会显得很疲劳。」旧石器时代节奏实际上反映出「食肉动物节奏」，因为动物世界的伟大狩猎者——狮子和其他大型猫科动物——表现出同样的行为方式：短暂的爆发式捕猎，直至筋疲力尽，接下来的日子休养生息。狩猎者，与字面定义不同，几乎很少外出狩猎，捕获猎物的成功次数不是那么多。以每小时获取的热量计算，原始部落的狩猎效率只有采集效率的一半。因此几乎所有的觅食文化中，肉食都用于款待客人。

季节变化也有影响。对食物采集者来说，每个生态系统都会产生「饥荒季」。在寒冷的高纬度地区，深冬到初春时的饥荒季更加严重。其实，即使在热带地区，各个季节中获取最喜爱食物、水果辅食和至关重要的大型动物的难度也有差异。此外，还有气候变化因素：延长的干旱、洪灾或风暴期可能打断每年的食物获取模式。这些以日、季和年计的大干扰意味着，很多时候采猎者吃得肚皮鼓鼓，另一方面，很多时期——而且的确如此——他们会忍饥挨饿、营养不足。这段营养不足的时间对幼儿是致命的，对成人来说则是可怕的。

所有这些热量的变化导致旧石器时代节奏在任何时间段都有可能出现。重要的是，这种爆发性「工作」情非所愿。当你主要依靠自然系统提供食物时，工作越多，收获不一定越多。两倍的工作量不一定能产生

两倍的食物。无花果不能催熟，成熟时间也不能精确预测。同样，大型动物兽群的到来也不能预知。如果没有储备余粮或合理耕种，就必须从粪便中取食。为了保证食物供给，采猎者必须马不停蹄离开废弃的食物源，寻找新来源。可是如果永不停息地奔波，余粮及其储运工具就会减慢你的速度。在很多现代采猎部落中，不受财物拖累被认为是一种好习惯，甚至可以带来声望。你行囊空空。聪明的替代策略是，需要什么东西时再去制作或者搜寻。「能干的猎人会囤积猎物，他的成功是以损害自己的名望为代价的。」马歇尔·萨林斯说道。此外，生产余粮的成员必须与大家分享多余的食物，这降低了他们生产余粮的意愿。因此，对采集部落而言，储备食物是损害自身社会地位的行为。真实的情况是野外迁徙时必须忍受饥饿。如果干旱期减少了西米的产量，再怎么延长劳动时间也不会增加食物的产出。因此，采集部落在吃饭问题上采取非常有说服力的计划安排。发现食物时，所有人都很努力地劳动。找不到食物也不用发愁：他们会饿着肚子围坐闲聊。这个非常合理的方法经常被误解为部落的懒惰，事实上，如果靠天吃饭，这是个合乎逻辑的策略。

我们这些现代文明社会的上班族看到这种轻松的工作方式可能会心生嫉妒。每天3~6个小时，远远少于发达国家中大多数成年人的工作时间。而且，当被问及对现状的感受时，多数被现代文明同化的采猎者对目前的物质生活很满足。一个部落很少拥有一件以上的人工制品，例如只有一把斧头，原因是：「一件东西难道不够吗？」某些情况下，需要时才使用这件物品，更多的情形是，等到需要某种制品时再做一件。一旦该物品被使用了，通常的结局是被丢弃，而不是保存。这样就不需要携带或留意多余物件。向部落居民赠送毛毯或刀具之类礼物的西方人常常郁闷地看到一天后这些礼物就被弃若敝屣。部落居民的生活方式非常奇特，表现出最大限度的一次性文化。最好的工具、人工制品和技术都是用后即弃。甚至人工修建的精巧住所也被视为临时性的。部落或家族在迁徙途中可能搭建一个休息场所（例如竹屋或小冰屋），只用一晚，第二天一早就丢弃了。多户人家居住的大宅也许会在数年后遗弃，而不是保留。耕地有着相同的遭遇，收割后就会被放弃。

马歇尔·萨林斯观察到这种无忧无虑的自给自足和知足常乐，宣称采猎部落是「原始的小康社会」。其实，由于部落居民大多数日子里能获取充足的热量，并且他们的文化并不一味追求更多，因此更合理的结论也许是采猎部落「物资充足但不富足」。根据大量与原住民相关的历史记载，我们知道他们经常——如果不是定期的话——抱怨吃不饱。著名人类学家科林·特恩布尔（Colin Turnbull）记录道，虽然姆布蒂（Mbuti）人时常歌颂森林之神，但也经常抱怨饥饿。采猎者的诉苦通常与每顿饭

都要吃的糖类主食——例如mongongo注果仁——的单一有关。当他们谈到食物短缺或者饥饿时，指的是缺少肉食，脂肪摄取量不足，以及对饥饿期的厌恶。他们为数不多的科技在大部分时间里为他们带来足够但不丰富的食物。

平均水平达到充足与达到富足之间的细微差别对健康有重要影响。当人类学家评估现代采猎部落妇女总生育率（生育年龄中婴儿安全出生的总数）时，发现这个数字相对较低，总计大约为5~6个婴儿——与之相比，农耕社会为6~8个。有几个因素降低了生育率。也许是因为营养不均衡，导致部落女孩青春期推迟至16~17岁（现代社会女性13岁开始）。推迟的女性月经初潮以及较短的寿命延误并缩短了生育的时间窗口。在部落中，母乳喂养通常持续时间更久，延长了两次生育之间的间歇期。大多数部落给婴儿喂奶，到2岁或3岁时停止，还有一些部落母乳喂养的时间长达6年。此外，许多女性骨瘦如柴，又极为活泼，就像西方同类型女运动员一样，月经期经常无规律，或者完全没有月经。有理论认为，女性需要维持「临界肥胖度」以产生卵子，很多部落妇女因为饮食量变动而缺乏这种肥胖度，至少部分年份是这样。当然，任何地方的人都可能有意识地禁欲，为已出生的孩子留出生存空间，部落居民有理由这么做。

儿童死亡率在采猎部落中非常高。一项针对不同大陆的25个部落历史时期的研究表明，平均25%的幼儿在1岁前死亡，37%在15岁前死亡。人们发现，在一个传统的采猎部落，儿童死亡率为60%。大多数历史上的部落人口增长率几近于零。罗伯特·凯利在他的采猎部落研究报告中称，这种停滞是明显的，因为「当过去的迁徙者定居下来时，人口增长率上升了」。所有条件都同等的情况下，农作物的稳定性养育了更多人。

许多小孩幼年夭折，另一方面，寿命较长的采猎部落居民也没有好到哪里去。生活很艰难。根据对骨骼压痕和切口的分析，一位人类学家认为尼安德特人身体的伤口分布与在专业竞技人员身上发现的相似——大量头部、躯干和手臂创伤，就像与愤怒的大型动物近距离遭遇时所受的伤一样。目前还未发现活过40岁的早期类猿人的残留物。因为极高的儿童死亡率拉低了平均预期寿命，如果年龄最大者只有40岁，那么寿命中间值几乎可以肯定小于20。

一个典型的采猎部落只有很少的儿童，没有老人。这样的人口结构也许能解释访问者与保持历史原样的采猎部落接触时共有的印象。他们评论道：「每个人看上去都极为健康强壮。」部分是因为绝大多数人都处于壮年期，年龄在15~35岁之间。如果我们参观城里有着同样年轻人

口结构的新潮社区，也许会有同样的反应。部落的生活方式适合年轻人，属于年轻人。

部落居民寿命不长的一个主要后果是祖父母辈的缺失。考虑到女性17岁左右就开始生育，30多岁死亡，普遍的现象是孩子们成长为青少年时就会失去父母。寿命短对个人来说非常糟糕，对群体也是极其有害的。没有祖父母，久而久之，传授工具使用知识变得十分困难。祖父母是文化的中转站，没有他们，文化就会是一潭死水。

想象一下这样的社会，不仅缺少祖父母，而且没有语言，例如现代智人之前的人类社会。知识怎么能代代相传？你的父母在你成年之前便去世了，他们传授给你的知识不可能超越你未成年时所能学到的。除了最亲密的同龄人，你不会向其他任何人学习。创新和文化知识不会得到传承。

语言让思想融合交流，从而打破这个恶性循环。创新得以孵化，通过儿童实现代代相传。现代智人制造出更出色的捕猎器械（例如投枪，使得体重轻的人类能够在安全距离之外杀死危险的大型动物）、钓鱼工具（带刺的鱼钩和渔网）和烹煮方法（用高温石头不仅可以烧肉，而且能从野生植物中获取更多热量）。从开始使用语言算起，他们获得所有这些技术，只用了100代人的时间。更好的工具意味着更好的营养，这有助于进化速度的提高。

营养改善的主要长期后果是寿命的稳定增长。人类学家雷切尔·卡斯帕里（Rachel Caspari）研究了768名类猿人的牙齿化石，这些类猿人生活于亚欧非三大洲，时间从500万年前到「大跃进」为止。她断定「现代人寿命的猛增」大约始于5万年前。不断延长的寿命导致隔代教养的出现，产生所谓的祖母效应：这是一个良性循环，通过祖父母的言传身教，越来越多的有效创新得以应用，可以进一步延长寿命，使人们有更多时间发明新工具，从而增加人口。不仅如此，寿命延长「提供选择优势，促进人口增长」，因为人口更密集提高了创新的速度和影响，这对增加的人口是有益的。卡斯帕里认为，引发现代行为创新最基本的生物因素是成人生存能力的增强。寿命增长是人们获得科技后最明显也是最重要的结果，这并非巧合。

15000年前，世界正在变暖，全球冰盖消融，现代智人的队伍不断扩张，所使用的工具也越来越多。他们使用40种工具，包括砧板、陶器以及合成器械，也就是用多块材料——例如许多小燧石片和一个手柄——拼凑而成的矛和刀。尽管仍然主要靠渔猎采集为生，现代智人偶尔也会尝试定居生活，返回故土看管最喜爱的食物产地，针对不同生态系统制作专用工具。我们从这一时期位于北半球高纬度地区的埋葬地得知，衣服

也从通用型（一件简单的上衣）发展为细分型，例如帽子、衬衣、外套、裤子和鹿皮鞋。自此以后人类工具越来越专业化。

在适应不同的河流流域和生态群落后，现代智人部落的种类急剧增加。他们的新工具反映出家园的特性：河岸居民有很多渔网，草原猎人有多种枪头，森林居民会设置多类陷阱。他们的语言和外表不断分化。

不过，他们也有许多相同特征。大部分采猎者各自组成平均人数为25人的家族式团体，成员都有血缘关系。在季节性节日或宿营地，小团体会集合成数百人的较大部落。这种部落的功能之一是通过通婚传播基因。几乎没有人口扩散。在寒冷地区，部落的平均人口密度低于每平方公里0.01人。大部落中的200~300个成员，也许是他们一生中遇到的所有人。也许会认识部落以外的人，因为可能要跋涉300公里去进行实物交易，或者说物物交换。有些用于交易的物品是身上的装饰品和项链，如内陆居民需要的海贝和渔民需要的禽类的羽毛。偶尔，脸部彩绘所用的颜料会被拿来交换，但它们也可用于壁画或雕刻木像。随身携带的几件工具应该是骨钻、石锥、针、骨刀、挂在矛上的骨制鱼钩、一些刮削石器，也许还有几把石刀。一些刀片要用藤条或兽皮制成的绳索绑在骨头或木柄上。当人们围着火堆蹲下时，有人会敲鼓，或者吹骨哨。人死后，会有为数不多的财物作为陪葬品。

但是，不要以为人类社会的这种进步有如田园牧歌。在走出非洲踏上伟大征程的2万年里，现代智人是造成90%当时存在的巨型动物灭绝的帮凶。他们使用弓箭、矛和诱逼等创新方式杀光乳齿象、猛犸象、新西兰恐鸟、长毛犀牛和巨骆驼——几乎所有四条腿的蛋白质丰富的大型动物。到距今1万年前时，地球上超过80%的大型哺乳动物完全消失。由于未知原因，北美有4个物种逃脱了这场厄运：美洲野牛、驼鹿、麋鹿和北美驯鹿。

部落之间的暴力争斗也很盛行。部落内部成员的和睦与合作法则发挥了很好的作用——经常让现代人羡慕不已，但对部落外的人不适用。部落为了争夺某些资源而诉诸武力，在澳大利亚是争夺水潭，在美国是狩猎区和野生稻田，在太平洋西北部则是河流和沿海的滩岸地带。没有仲裁系统或者公正的领导者，因偷窃物品、女人或财富象征（例如在新几内亚，猪就是这样的象征）而导致的小范围冲突可能激化为几代人的战争。采猎部落间因战争造成的死亡率是晚期农耕社会的5倍。（每年死于「文明」战争的人占总人口的0.1%，与之相比，部落战争为0.5%。）实际的战争死亡率因部落和地区不同而有差异，因为与现代世界一样，一个参战部落可能会破坏很多人的和平生活。总而言之，部落流动性越大，就越倾向爱好和平，因为他们完全可以逃离冲突。而一旦

战争真正爆发，就会是惨烈致命的。当原始部落的战士数量与文明社会的军队大致相当时，前者通常会击败后者。凯尔特部落打退罗马人，柏柏尔人重创法国人，祖鲁人战胜英国人，美国军队用了50年时间才击败阿帕奇部落。劳伦斯·基利（Lawrence Keeley）在关于古代战争的研究著作《文明之前的战争》（War Before Civilization）中写道：「民族史学者和考古学家发现的事实清楚地表明，原始的史前战争和历史上文明社会的战争一样恐怖，令人印象深刻。实际上，由于原始社会的战争更加频繁，过程更加残酷，其致命程度远远高于文明国家之间的战争……文明社会的战争是格式化的，注重规则，危险性相对较低。」



卡托人
达尼人
派岗族
丁卡人
斐济人
齐佩瓦族
特立弗明人
布因人
羯陵伽人
姆泰特瓦人
杜姑姆达尼人
莫多克人
奥亚纳人
默宁人
塔乌德人
玛恩伽人
雅诺马马族
阿兹特克人（15世纪）
尤洛克人
莫哈维族
格布斯人
蒂维族
德国（20世纪）
俄国（20世纪）
博可达尼人
法国（19世纪）
日本（20世纪）
安达曼人
0
0.5%
1%
1.5%

图2–2　　战争死亡率比较。原始部落和现代国家每年战争死亡人数占人口百分比。

5万年前语言革命还未发生时，世界缺少有重大意义的科技。此后的4万年，每个人天生就是渔猎采集者。据估计，在此期间有10亿人探究过携带少量工具可以走多远。这个没有多少科技的世界提供「足够的」物资。人们可以享受清闲时光和令人满意的工作，而且感到快乐。除了石器，再没有别的科技，人们可以近距离感受大自然的节奏和风格。大自然掌控你的肚子和生活。它是如此巨大，如此丰富多彩，如此亲近，极少有人可与之分隔。与自然界和谐相处令人感觉神圣。然而，由于缺乏科技，儿童死亡的悲剧不断重演。意外事故、战争和疾病意味着平均寿命远远低于原本应有的一半——也许只有人类基因支持的自然寿命的四分之一。饥饿随时袭来。

但是最明显的是，没有重大科技，所谓的悠闲时光不过是重复传统生活方式。新事物绝无可能出现。在你的狭小天地里，一切由你做主。但生活的方向只能按照祖先的足迹亦步亦趋，周边环境的循环变化决定了你的生活。

事实证明，尽管大自然广阔无垠，它还没有慷慨到让一切皆有可能的程度。思维可以做到这一点，可它的潜能还没有充分开发。一个没有科技的世界足以维持人类的生存，但也仅此而已。只有当思维被语言解放、被技术元素激活，超越5万年前自然界的束缚，更加广阔的天地才会敞开大门。实现这种超越是要付出代价的，但我们从中收获的是文明和进步。

我们和走出非洲的人类还有差异，我们的基因与我们的发明共同进化。事实上，过去的1万年，我们的基因进化速度比此前600万年的平均速度快100倍。不必对此感到惊讶。我们把狼驯化为狗（包括所有种类的狗），并养牛、种植谷物等，这些动植物的祖先已不可考证；同时我们也被驯化了，自我驯化。我们的牙齿不断缩小（这要归功于烹煮），肌肉变得纤细，体毛渐渐褪去。科技驯化了我们。如同快速改造工具一样，我们也在快速改造自己。我们与科技同步进化，因此深深依赖于它。如果地球上所有科技——所有最新的刀和矛——都消失，人类的存在不会超过几个月。现在我们与科技共生。

我们迅速并且深刻地改变自己，同时也改变了世界。我们从非洲崛起，占领了这个星球上每一块适合居住的流域，从那一刻起，我们的发明开始改变我们的家园。现代智人的狩猎工具和技巧产生了深远的影响：凭借这些技术，他们可以杀光大型的食草动物（猛犸象、巨型麋鹿等），这些动物的灭绝永远地改变了整个草原生物群落的生态状况。一

旦占统治地位的食草动物绝种，整个生态系统都会受到影响，有利于新的食肉动物和植物物种以及它们的所有竞争者和同盟军的兴盛，这些动植物构成了变动后的生态圈。就这样，少数类猿人氏族改变了数以千计的其他物种的命运。当现代智人学会控制火时，自然界受到这种强大科技的进一步大规模改造。如此微不足道的技巧——点燃草场，用逆火加以控制，然后引火烹煮谷物——破坏了各个大陆的大片地区。

此后，发明被不断复制，农业在全世界传播，这些过程影响的不仅是地球表面，还有厚度为100公里的大气层。耕作破坏了土壤，使二氧化碳含量上升。一些气候学家相信，8000年前开始的早期人为取暖阻止了新的冰川期的到来。农耕技术的广泛采用干扰了自然的气候循环，这种循环原本会使现在地球最北端的大部分地区重新冰冻。

无疑，就在人类发明使用古代植物的浓缩物（煤炭）而不是新鲜植物作为燃料的机器后，它们排放的二氧化碳加剧了大气平衡的变动。随着机器使用这种储藏量丰富的能源，技术元素有了长足发展。诸如牵引发动机这样的以石油为能源的机器改良了农业生产率和传播方式（使这一古老的趋势加速），接着更多的机器以更快的速度产出更多的石油（新趋势），导致加速度的叠加。今天各类机器排出的二氧化碳大大超过了所有动物的排放量，甚至接近地质力量产生的排放量。

技术元素的巨大影响力不仅来自其规模，而且与自我放大的特性有关。一项突破性的发明，例如字母表、蒸汽泵，或者电能，可以引发进一步的突破性发明，例如书、煤矿和电话。这些科技进步反过来又引出其他突破性发明，例如图书馆、发电机和互联网。每一步都增加新的推动力，同时保留已有发明的大部分优点。某人有了想法（例如旋转的轮子），通过交流进入其他人的大脑，衍生出新想法（将旋转的轮子安放在雪橇下面，使它更容易拖动），曾经占主导地位的平衡被打破，变化出现了。

然而，不是所有的科技导致的变化都是积极的。产业化的奴隶制，如过去强加于非洲的那种体系，由装载俘虏漂洋过海的航船启动，受到轧棉机的激励，这种机器可以低成本加工由奴隶种植并收割的纤维。没有科技的推动，如此大规模的奴隶交易不会为人所知。上千种合成毒素大量破坏人类和其他物种的自然循环，这是由小发明引起的大祸害。战争，是由科技造成的强大负面力量经过放大的极其危险的结果。科技创新直接导致可怕的杀伤性武器的产生，这些武器可以让社会遭受全新的暴行。

另一方面，负面结果的纠正和抵消也来自科技。大多数早期的文明社会都实施过种族奴隶制，史前时期很可能也经历过，现在一些边远地

区仍然在延续这一制度，它在全球范围内的彻底灭亡归功于通信、法律和教育方面的科技发展。检测技术和替代品可以消除合成毒素的日常使用。监控技术、法律、协商、治安维持、法庭、城市媒体和经济全球化能够缓和、抑制并最终减少战争的恶性循环。

社会进步，即使是道德进步，终归也是人类的发明。它是我们意愿和思维的有益产物，因此也属于科技。我们可以断定，奴隶制不是好理念，公正的法律是好理念，对裙带关系的偏好是恶劣的思维。我们可以认为某项惩罚性条约不合法，可以通过文字的发明来激发人们的责任意识，还可以自觉地扩展志同道合的朋友圈。这些都是发明，是大脑思维的产物，与灯泡和电报一样。

这种促使社会进步的加速器是由科技驱动的。社会进化需要渐进的推动力，历史上每个社会组织的产生都是通过注入新科技实现的。书写这一发明令成文法律的公正彰显出来。标准铸币这一发明使贸易更加普遍，鼓励创业精神，加速自由理念的形成。历史学家林恩·怀特评价道：「很少有发明像马镫这样简单，也很少有发明具备马镫这样的对历史的推动作用。」在怀特看来，与马鞍搭配的矮马镫的使用方便了骑手在马背上使用武器，这使骑兵在对阵步兵时处于有利地位，有钱买马的君主也具有优势，于是欧洲的贵族封建制度就这样催生出来。马镫不是唯一因为有助于封建制度而受到指责的技术。按照卡尔·马克思的著名评论：「手工作坊孕育了封建主社会，蒸汽作坊孕育了产业资本家社会。」

复式记账法于1494年由圣方济各会修道士发明，从而使企业得以监控现金流并首次操作复杂的业务。威尼斯的银行业因复式记账法而崛起，开启了全球经济大门。欧洲活字印刷术的发明鼓励基督教徒自己解读本教的原始文本，导致基督教内部出现「抗议」这一特有的反宗教理念。早在1620年，弗朗西斯·培根——现代科学之父——就意识到科技正日益强大。他列举了三种改变世界的「实践艺术」：印刷术、火药和指南针。他宣称：「似乎没有任何帝国、宗教或时代的开端对人类事务产生过像这些机械发明这样大的动力和影响。」培根帮助建立科学方法，加快发明的速度，从而导致社会的持续变动，就像一颗接一颗的观念种子打破了社会均衡。

表面上看，像时钟这样的简单发明引发了深远的社会效应。时钟将连续的时间流分割成可计量的单位，而时间一经拥有面孔，就露出专横嘴脸，指挥你的生活。计算机专家丹尼·希利斯相信，时钟装置可用来理解科学及其众多文化派生物。他说：「我们可以用时钟的机械结构来比喻自然法则的独立作用。（计算机按照预设规则呆板地运行，因此是

时钟的直接派生物。）一旦我们能够把太阳系想象成钟表式的自动机器，那么将这种思维推广到大自然的其他方面就几乎是不可避免的，于是科学过程就这样开始了。」

工业革命期间，我们的发明改变了日常生活。新机器和便宜的燃料为我们带来大量食物、朝九晚五的工作日和大烟囱。这个技术阶段是肮脏的、破坏性的，人们常以非人道的方式建设和管理社会。生铁、砖石和玻璃的坚硬、冰冷及不易弯曲的特性使高楼的遍地开花显得与人类——如果不是所有的生物——格格不入、互不相容。它们直接吞噬自然资源，因此给人们留下邪恶的印象。工业时代最糟糕的副产品是浓黑的烟尘、黑乎乎的河水和在工厂里劳动的黝黑的暴躁工人，这些距离我们所珍视的自我认知如此遥远，以至于我们想要相信工业化本身就是异化的，甚至更糟。将硬邦邦、冷冰冰的物质对社会的占领视为罪恶并不难，虽然这样的罪恶是必要的。当科技渗入我们古老的生活习性中时，我们认为它是异己之物，像对待传染病一样对待它。我们欢迎它的产品，但心怀罪恶感。一个世纪前，人们认为科技被上帝宣判有罪，这本应是荒唐可笑的。科技是一种可疑的力量。两次世界大战将创新产生的杀戮能力完全释放出来，巩固了科技作为迷人的撒旦的名声。

在我们从各个时代科技进步过程中寻找这种异化特性并进行净化后，它不再显得那么冷酷。我们开始看透科技的物质伪装，认为它首先是一种行为。虽然有外壳，但它的核心是柔软的。1949年，约翰·冯·诺伊曼——制造出第一台可用计算机的天才——认识到，计算机正在告诉我们什么是科技：「短期内以及更遥远的未来，科技将逐渐从强度、材质和能量问题转向结构、组织、信息和控制问题。」科技不再只是个名词，它正在成为一种力量，一种生机勃勃的精灵，要么推动我们前进，要么阻挡我们。它不是静态事物，而是动态过程。

1. 银行家时间，是指短暂的、轻松的工作时间。—译者注
2. 广泛分布在中南部非洲，是一种鲜美的高度滋补的坚果。——译者注

第三章 第七王国的历史
专家导读

按照生物学家的分类，世界上有六大类生物。前三种是微生物，后三种依次是菌类、植物和动物。

亿万年来，这六大类生物一直在「共生进化」，且彼此交叉、缠绕，形成姿态万千的生态圈。

凯文·凯利注意到，一切生物都有天然的「借助外力」的本领，比如繁衍、筑巢、觅食、迁徙，以及标记自己的领地，这个本领其实与类人猿、人类使用工具毫无二致。在「技术元素」伴随语言、工具的诞生成为人类不可缺少的「伙伴」的同时，它仿佛有了自己的灵性，成为独立的「生命体」。

这个被凯文·凯利称为「技术元素」的「观念有机体」，伴随着生物的进化，特别是人的进化过程，被人发现、发明、打磨、雕琢、替换、更新，成为与生物行为密不可分的组成部分。这是「技术元素」起源的第二层。

「技术元素」的演化过程，仿佛有自己的生命周期，从语言到符号、文本，再到印刷品、留声机、电视；从犁铧、刀斧，到水车、磨盘、唧筒，再到手工织机、蒸汽机、汽船和飞艇。「技术元素」已成为「第七个生命王国」。

高度拟人化的比喻，贯穿凯文·凯利这本书的始终。他试图说明的是：与真正的生命物质不同，作为人类观念、工具、方法的复合体，「技术元素」似乎有更加旺盛的生命力，「几乎从来不会灭绝」；就算它的具体样式可能会在某个特定地区短暂「失传」，但只要下工夫，一定能在别的地方发现雷同、甚至完全一样的科技方法。

这种「相伴而生，相伴而行」的感觉，或许正是「技术元素」的独特之处。那些经年累月在人手中摩擦、抚摸、携带、使用的科技工具，仿佛有了某种灵性，与人的关系已经不单单是毫无生机的、可随时弃之如屣的外在之物。

回顾旧石器时代，我们可以观察到这样一个进化时期，当时人类的工具还很原始，技术元素处于最小化状态。可是，由于科技先于人类甚至先于灵长类动物诞生，所以有必要超越我们人类的起源去了解科技发展的真实情况。科技是人类的发明，也是生命的产物。

如果给迄今为止在地球上发现的各种生物分类，可以分为6大类。这6大类——或者说生物王国——中所有的物种都有共同的生物化学结构。其中3个王国是极小的微观生命体：单细胞有机体。其余3个是我们常见的生物王国：菌类（蘑菇和霉菌）、植物及动物。

这6个王国中的所有物种——应该说今天地球上生存的所有有机体，从海藻到斑马，都是同步进化的。尽管生命形式的复杂性和发展程度不同，但所有存活的物种从祖先那里进化而来，用了同样长的时间：40亿年。所有生物每天都要经受考验，努力适应环境，延续数亿代，组成一条从未间断过的生命链。

很多生物学会建造住所，这些住所有助于主人获得身体组织所没有的能力。白蚁的殖民地是两米高的硬土堆，它们像白蚁的外部器官一样发挥作用：土堆的温度受到控制，出现损坏后，白蚁会进行修理。干泥本身似乎就有活性。我们认为是珊瑚——石质的树状结构——的东西是几乎不可见的珊瑚虫的栖息地。珊瑚和珊瑚虫行为一致。它也会生长，呼吸。蜂巢光滑的内表面，或者鸟巢的纤细构造，以同样的方式发挥功能。因此鸟巢或蜂窝最适合被看做修建出来——而不是生长而成——的躯体。居所是动物的技术，是动物的延伸部分。

人类的延伸部分是技术元素。马歇尔·麦克卢汉以及其他一些人认为，衣服是人的延伸皮肤，轮子是脚的延伸，照相机和望远镜是眼睛的延伸。科技发明是我们的基因创造的肉体的伟大外延。这样，我们可以认为科技是我们的延伸躯体。在工业时代，以这种思维理解世界是很容易的。蒸汽铲、火车头、电视机以及工程师的杠杆和装备，构成巨大的外骨骼，将普通人变成超人。进一步的分析揭示出这个类比的缺陷：动物的延伸外壳是来源于它们的基因。它们将自己所造之物的基础设计遗传给后代，人类不是这样。我们外骨骼的结构产生于我们的思维，这也许会自然地创造出祖先从未制造过甚至想象过的事物。如果说科技是人

类的延伸，那也与基因无关，而是思维的延伸。因此科技是观念的延伸躯体。

技术元素——观念有机体——的进化与基因有机体相似，差异很小。二者有很多共同的特性：两种系统的进化都从简单到复杂，从一般到个别，从统一到多元，从个体主义到互利共生，从低效到高效，从缓慢变化到更大的可进化性。科技有机体随时间变化的过程符合一种与物种进化的系统树相似的模式。不过，科技表现的不是基因性状，而是观念。

但是观念从来不是孤立的。它们被嵌入一个由辅助观念、推论、支持性概念、基本假设、副效应、逻辑结果和一大堆后续可能性构成的网络。观念结伴而行，脑子里有一个观念意味着有一批观念。

大多数新观念和新发明是由不相干的观念汇聚而成的。时钟的创新设计启发人们制造更加出色的风车，原本是为了酿啤酒而建造出来的火炉被证明可以在钢铁行业发挥作用，用于风琴制作的机械原理被用在织布机上，而织布机的机械原理后来演化出计算机软件。通常无关联的元件最后构成紧密整合的系统，采用更加先进的设计。大多数发动机综合采用发热活塞和散热器，而精巧的风冷发动机将两种理念合二为一：发动机保留活塞，同时使之兼做散热器，将活塞产生的热量散发出去。「就科技而言，共同改进是最佳的办法，也是常见的，」经济学家布莱恩·阿瑟在《科技的本性》（The Nature of Technology）一书中写道，「一项技术的许多组成部分被其他技术共享，因此随着这些成分在主技术『之外』的其他应用上有所改进，大量进步就这样自动产生了。」

这些联合就像交配。它们创造出继承古代科技的系统树。诚如达尔文的进化论所言，微小的改进得到更多的复制，创新就在人类世界稳定传播。早期的观念孵化新观念并融入其间。技术不仅形成相互支持的生态联盟，而且指引进化的方向。技术元素的确只能被理解为一种正在进化的生命。

我们可以按照几种方式讲述生命故事。一种方式是生物发展里程碑的编年史。生命发展分为很多百万年级的段落，处于段落列表顶端的是有机体从海洋迁徙到陆地的那个时刻，或者说是它们长出脊柱的那个时期，也可以说是眼睛进化出来的时代。其他标志性时期包括有花植物的出现、恐龙灭绝以及哺乳动物的兴盛。这些是生命史上的重要分水岭，也是远古生命遗迹讲述的现在得到公认的故事。

但是，既然生命是自发的信息系统，那么一个更具启发作用的考察生命40亿年历史的办法是标示出生命形式的信息组织的重大转变。哺乳动物与其他事物——例如海绵——的不同点有很多，其中一个主要差别是信息在有机体内部流动时所依托的附加层。为了观察生命发展的各个阶

段，我们有必要引用生命结构在进化过程中的重大转变作为说明。这是生物学家约翰·梅纳德·史密斯和厄尔什·绍特马里的方法，最近他们发现了生命史上生物信息发展的8个开端。

他们总结了生物组织的重大转变，如下：

单一可复制分子 → 可复制分子互动群落

可复制分子 → 由可复制分子串成染色体

RNA酶型染色体 → DNA蛋白质

无核细胞 → 有核细胞

无性繁殖（克隆） → 有性重组

单细胞有机体 → 多细胞有机体

单一个体 → 群落和超个体

灵长类群体 → 以语言为基础的群体

这个体系中的每一层都标志着生命复杂度的重大进步。性的出现很可能是生物信息重新排序的最大一步。由于受控的特征重组（双方各有一些特征）——而不是变异造成的纯随机多样性或者严格的同质性克隆——得以实现，性行为使可进化性最大化。采用基因有性重组的动物比它们的竞争对手进化更快速。其后的多细胞体的自然产生，以及更后面的多细胞有机体群落的产生，都证明了达尔文的生存优势理论。但更重要的是，这些创新作为平台，促使生物信息片段以更新、更易组织的方式构成整体。

科技的进化与自然的进化相似。主要的科技变革也是从一个组织层次过渡到另一个层次的通道。按照这样的观点，与其给铁、蒸汽动力和

电力这样的重要发明分类，不如根据新科技如何重塑信息结构来编目录。举一个典型的例子，字母（与DNA有相同之处的符号串）转变成高度组织的知识，这些知识存在于书本、索引和图书馆等系统中（与细胞和有机组织相似）。

参照史密斯和绍特马里的方法，我根据信息组织达到的层次整理出科技的重大转变。其中每一步，信息和知识的处理都达到前所未有的层面。

技术元素的重大转变如下：

灵长类交流 → 语言

口头传说 → 文字/数学符号

手稿 → 印刷品

书本知识 → 科学方法

手工制造 → 批量生产

工业文化 → 无所不在的全球通信

没有哪一次科技转变像第一次——语言的发明——那样全面地影响我们的物种和世界。语言作为存储器保存信息，比个人回忆更加适宜。以语言为基础的文化保留传说和口头知识，传授给子孙。有些人还未生育后代便死亡了，但他们的学识将被铭记。语言使人类能够比基因更快地修改和传播知识。

语言文字系统和数学的发明进一步构建前人留传下来的知识。观念可以编成索引被人们检索，更方便传播。文字让信息系统得以渗透到日常生活的很多方面，它加速了贸易、历法的发明和法律的形成——所有这些又在更大范围内丰富了信息。

印刷术让文化广为传播，再次扩充了信息的组织。与印刷品一样，文字符号处理也变得无处不在。图书馆、目录、交叉索引、字典、重要语汇索引以及简评出版物遍地开花，导致信息的普遍性达到新的高度

——以至于今天我们甚至没有留意到印刷品在支配我们的视觉感官。

印刷术之后出现的科学方法在处理人类造成的知识大爆炸方面更加精准。通过同行评议及后面出现的期刊，科学提供了一种方法，可以提取可靠信息进行检验，然后使之与越来越多的其他经过检验、相互佐证的事实联系起来。

这种经过重新整理的信息——我们称之为科学——可以用于物质结构的重组。它可以产生新物质、新的制造流程、新工具和新观念。当科学方法运用于实业时，我们发明了可互换零件的规模化生产、装配线、效率和专门化。所有这些信息组织形式推动了生活标准的极大提高，我们欣然接受。

最后，知识系统的最新转变目前正在进行。我们制造的所有物品都包含条理性和设计规划。我们还在知识系统中添加了微芯片，这种技术可以进行小规模计算和通信。即使是最微小的带条形码的一次性用品也反映出些许集体思维。无孔不入的信息流不仅体现在人类身上，而且扩展到制造品。它通过大型网络在全球传播，而这一网络将成为最大规模的（但不是最终的）信息梳理场所。

技术元素递增的轨迹与生命发展的轨迹一样。在生命系统和技术元素中，某个层次的相互关联性不断增强，在此基础上衍生出新一层组织。记住下面这一点很重要，那就是技术元素的重大转变的开端正是生物转变停止的地方：灵长类群体导致语言的产生。

语言的发明标志着自然界的最后一次重大转变，人类社会的第一次转变。文字、观念和概念是社会动物（例如人类）创造的最复杂的事物，也是任何类型科技最简单的基础。因此，语言为前后两次重大转变牵线搭桥，使之整合为一个连贯体，这样自然进化汇入技术进化中。历史重大转变的完整序列如下：

单一可复制分子 → 可复制分子互动群落

可复制分子 → 由可复制分子串成染色体

RNA酶型染色体 → DNA蛋白质

无核细胞 → 有核细胞

无性繁殖（克隆）→ 有性重组

单细胞有机体 → 多细胞有机体

单一个体 → 群落和超个体

灵长类群体 → 以语言为基础的群体

口头传说 → 文字/数学符号

手稿 → 印刷品

书本知识 → 科学方法

手工制造 → 规模化生产

工业文化 → 无所不在的全球通信

这些逐步升级、递增的转变揭示出一段漫长的历史。我们可以认为技术元素是信息——始于6个生命王国——的进一步重组。从这个角度说，技术元素成为第七个生命王国，它扩展了一个40亿年前开始的进程。正如现代智人的进化树很早以前从动物祖先那里偏离一样，技术元素现在也偏离了其前身，也就是人类的思维。从它们的共同根部向外涌出新物种——锤子、轮子、螺钉、精炼金属和农作物，还有稀有物种，如量子计算机、基因工程、喷气式飞机和互联网。

技术元素在几个重要方面与其余6个王国有所差别。与后者的成员相比，技术元素形成的新物种是地球上最短命的物种。狐尾松㊟目睹了所有门类的技术潮起潮落。我们制造出来的物品没有一件在持久性上接近

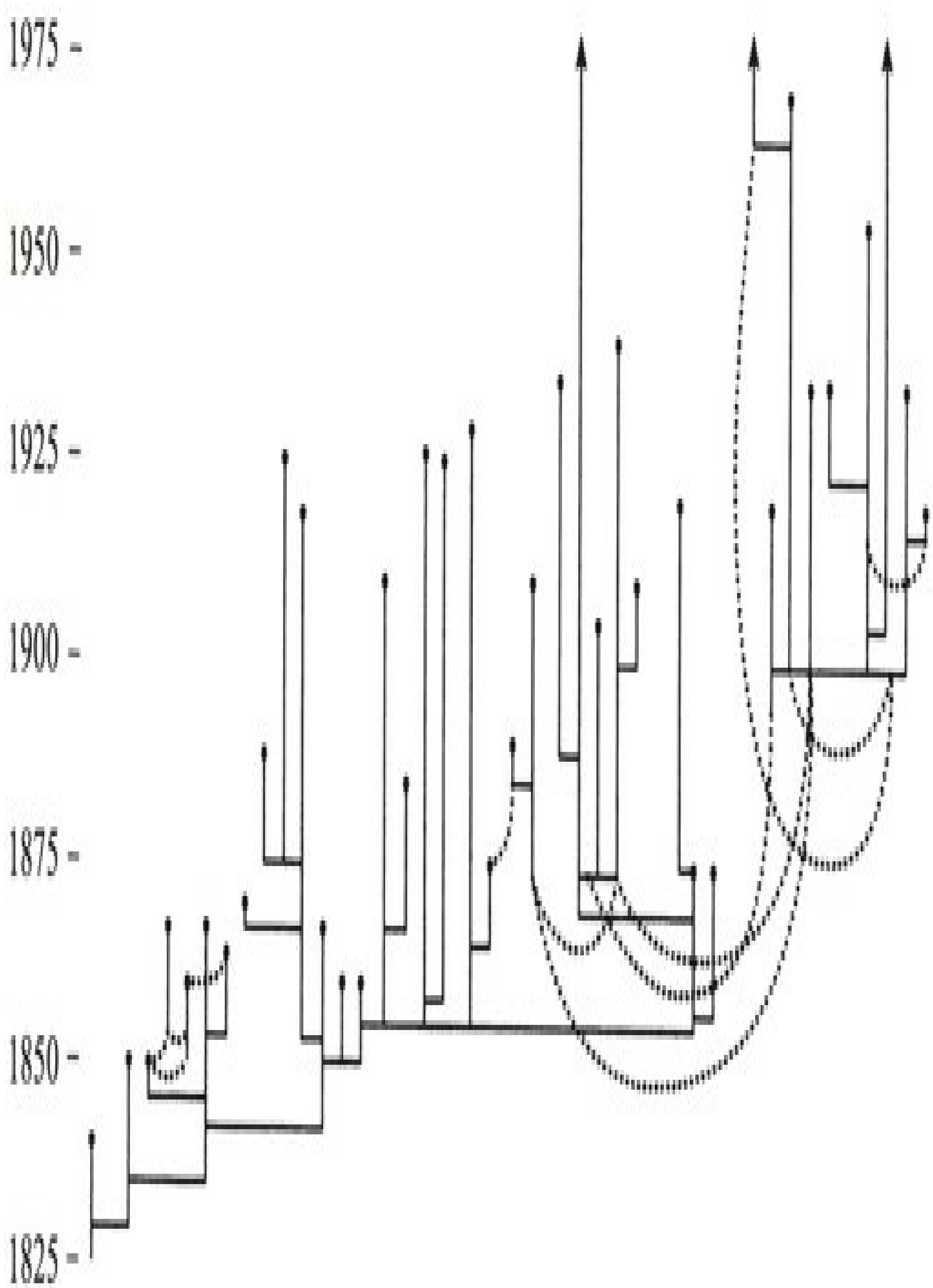
存在时间最短的生物。很多数字技术的生命周期比单只蜉蝣生物还短，更不用说与这个物种相比。

但是大自然不能预先计划。它不会储藏创新，以备将来之需。如果自然界的变异不能提供即时的生存优势，维持这种变异的代价太大，那么随着时光流逝它就消失了。可是，有时有利于解决某个难题的特性被证明同样有助于解决下一个未曾预料到的难题。例如，羽毛经过进化，可以为冷血的小恐龙保暖。此后，曾经长在四肢上用于保暖的同一种羽毛被证明有利于短距离飞行。翅膀和鸟类不是计划中的产物，而是从新的保暖工具发展而来。这些「无心插柳柳成荫」的创新在生物学中被称为延伸适应。我们不知道自然界中的延伸适应有多么普遍，但是就技术元素来说，延伸适应是常见的。技术元素正是延伸适应，因为创新成果容易离开诞生地，被别处借用，或者穿越时空，被赋予新的用途。

奈尔斯·埃尔德雷奇是分段式进化理论的共同创立人之一（另一位是斯蒂芬·杰·古尔德）。他的专业特长是三叶虫历史，这是一种古代节肢动物，外表像今天的潮虫。他的业余爱好是收集短号，这种乐器与小号非常相似。埃尔德雷奇曾经运用专业分类学方法对收集的500个短号进行分类，其中有些可追溯到1825年。他选择17个属性来区别这些乐器，例如号嘴的外形、活塞的放置、管长和管径，与他应用于三叶虫的度量项目极其相似。他研究短号的发展历程时，采用的技术与运用于古代节肢动物研究的技术类似。他发现短号的传承模式在许多方面同生物有机体十分相近。例如，短号的发展表现为分段式改进，和三叶虫很像，但是乐器的演进也是非常独特的。多细胞生命的进化和技术元素的进化的关键区别在于，生命领域中特性的融合大多数是即时「垂直」发生的。创新从活着的亲代那里通过后代留传下来（垂直地）。而在技术元素领域，多数特性融合是在接触一段时间后横向发生的——这种情况甚至出现在「已灭绝」的技术上，或者从非亲代那里传承下来。埃尔德雷奇发现，技术元素的进化不是重复被认为与生命树相似的分叉模式，而是一种不断扩展的回归路径网络，它经常回溯到「已死亡」的观念，或者恢复「失传」的特性。换个说法就是：早期的特性（例如延伸适应）已提前做好准备，促使后人采用，得以传承。这两种模式的差别很大，埃尔德雷奇认为，人们可以据此来鉴定一棵进化树描述的是某个生命家族还是科技家族。

技术元素和有机体进化的第二个不同之处是：渐进式演变是生物界的法则。革命性步骤极少，一切进化都是通过一长串小步骤完成的，其中每一步都必须适应当时的生物体。与之相对，科技可以跳跃式发展，出现突然的跃进，省略渐进式步骤。正如埃尔德雷奇所指出的：「比目

鱼的双眼同在一侧，这是从古代鱼类的初始双目对称结构演变而来，但晶体管绝不是以那样的方式从真空管『演变』而来。」比目鱼经历了数亿次渐进式改良，而早期的真空管跳跃式地发展为晶体管，最多只有几十次的迭代。



1975
1950
1925
1900
1875
1850
1825

图3–1　　短号的进化树。每种短号传承的设计特性显示了各分支如何借鉴以前的样式或者不相邻的分支（点线表示），与有机体进化不同。

不过，科技和生命在进化问题上最大的差别——比其他差别大很多——是：与生物物种不同，科技物种几乎从不会灭绝。有些以往的技术被认为已经失传，但是详细调查显示，地球上某些地方某些人仍在使用这些技术。一项技术或一件手工艺品也许在现代城市属于稀有品，但在不发达的乡村十分普遍。例如，缅甸到处都有牛车，篮子在非洲大部分地区随处可见，手工纺织在玻利维亚依然兴旺。一项被认为已经消失的技术可能受到现代社会中某个以传统为根基的少数群体的热烈欢迎，只是为了获得某种宗教仪式般的满足感。想一想阿米什人的传统生活方式，或者现代部落社会，还有狂热的旧式长篇文学收藏者。老技术或许过时了，也就是说，不是很普及，或者属于次等，但仍然被小范围采用。有很多这样的例子，其中一个晚至1962年，在那个所谓的原子时代，波士顿某个街区内的许多小企业使用蒸汽动力，经上方的传动轴来操作机器。这种旧时代的技术可一点也不少见。

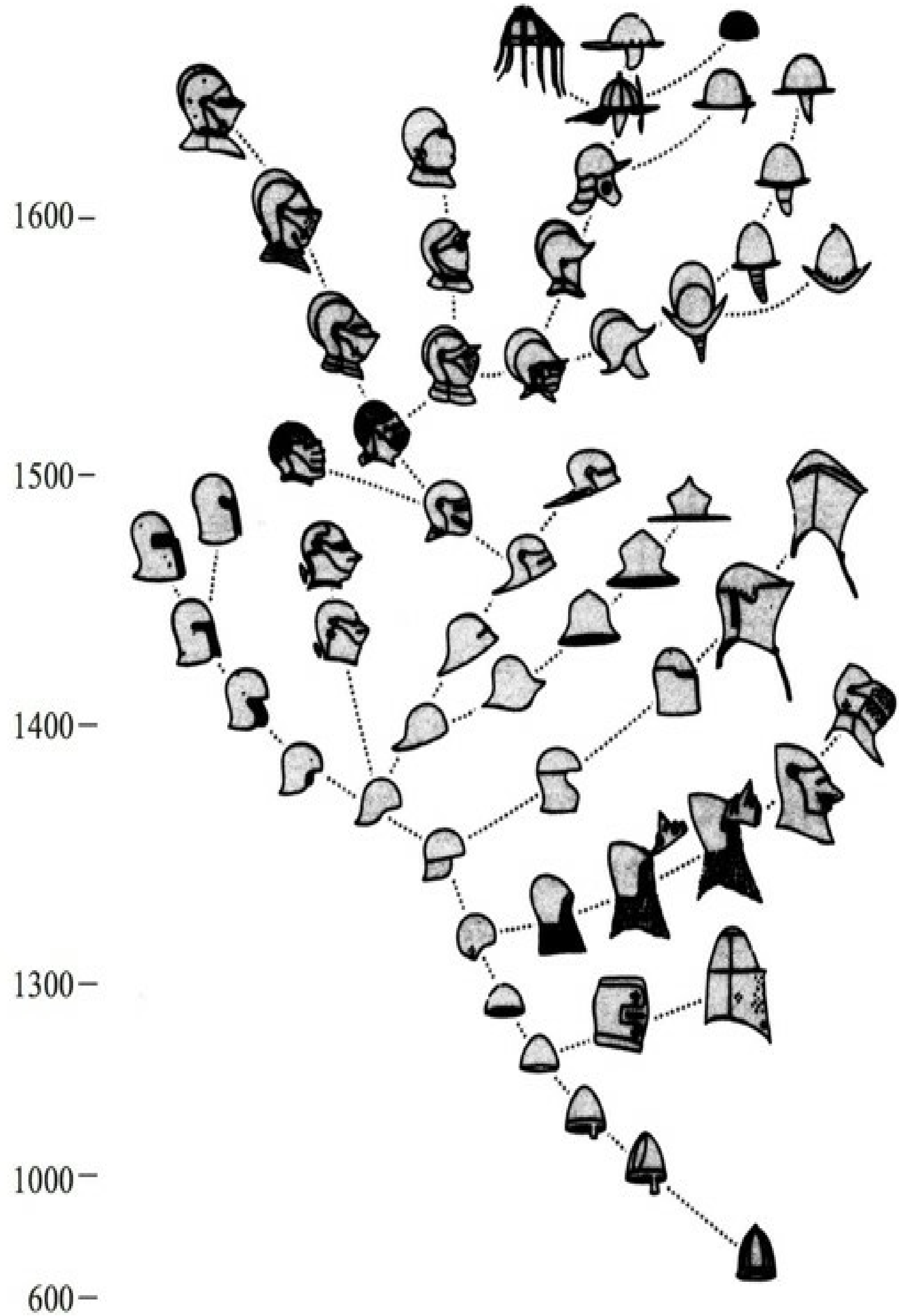

1600
1500
1400
1300
1000
600

图3–2　　头盔1000年的演变。美国动物学家和中世纪盔甲专家巴什福德·迪安手绘了这幅中世纪欧洲头盔演变的「家谱树」图，起始年份为公元600年。

在环游世界的过程中，我对这一现象感到震撼，那就是古代技术具有强大韧性，在能源和现代资源匮乏的地区通常是第一选择。对我来说，似乎从未有技术消失过。一位声望很高的科技史学家不假思索地对我的结论予以反驳：「瞧，他们不制造蒸汽动力汽车。」嗯，用谷歌搜索了一会儿，我很快找到有人正在生产全新的斯坦利蒸汽汽车零件。漂亮的闪闪发光的铜质阀门、活塞，要什么有什么。只要有足够的钱就可以组装起一辆崭新的蒸汽动力汽车。当然，成千上万的业余爱好者依然在手工打造蒸汽汽车，还有成百上千的人在驾驶老式汽车。蒸汽动力是一项非常纯正——尽管罕见——的科技物种。

我决定调查一位居住在大都会（例如旧金山）的后现代城市居民能够找到多少老技术。100年前，还没有电能，内燃发动机还未问世，公路不多，远距离通信方式很少，除了邮政网络。可是，通过邮局，可以订购蒙哥马利·沃德公司产品目录上的几乎所有产品。我复印了该目录，上面褪色的油墨带着一丝早已灭亡文明的陵墓的气息。然而，很快我就惊讶地了解到，100年前出售的上千种商品中大多数——在本书中列举出来——现在依然有售。尽管样式不同，但基本技术、功能和形式不变。带有小装饰品的皮靴仍然是皮靴。

我给自己设置了一个难题，即找出1894~1895年蒙哥马利·沃德公司产品目录某页上的所有产品。我快速浏览了这本600页的目录，选择了相当典型的一页，上面主要是农业用具。今天，找到这些过时的工具类型，要比寻找其他各页上的锅灶、灯、钟、铅笔和锤子困难得多。农业用具看起来就像某些恐龙。手动发电的玉米脱粒机，还有涂料磨，不管其功能是什么，谁会需要？假如能够在农业时代买到这些被淘汰的工具，就可以强有力地证明失传的技术并不多。



MONTGOMERY WARD & CO.'S CATALOGUE No. 56.

Drag Saw Machines.

New Famous Sheller.

Steel Hand Cart Wheels.

PLOWS.

Improved Cider Mill.

All Steel Road Scrapers.

Spray Pump—The Advance.

Lard and Wine Presses.

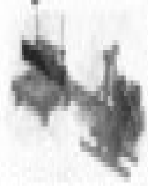
Fanning Mills.

Feed Mills.

Corn Shellers.

Hand Carts.

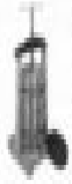
Drag Saw Machines.



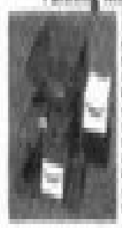
Cider Mill.



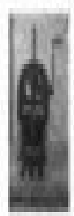
Lard and Wine Presses.



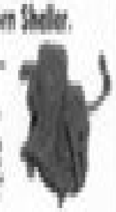
Fanning Mills.



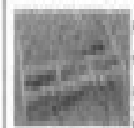
Corn Shellers.



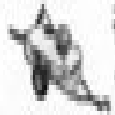
Corn Sheller.

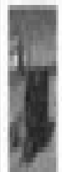


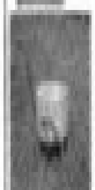
Steel Road Scrapers.



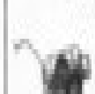
Spray Pump – The Advance

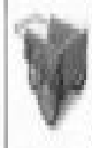






Hand Carts







Plows







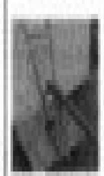


图3–3　　耐用商品目录。左边是1894~1895年蒙哥马利·沃德公司产品目录的第562页，通过邮购出售农业用具。右边是2005年网上各种来源提供的对应的全新产品。

从eBay上寻找古玩显然是愚蠢的行为。我的考验是找到这些器具的新式版本，因为这将表明，这些技术物种仍然有生命力。

结果令我大吃一惊。数小时内我找到了这本百年老册子第562页列出的每个商品单项。可以在网上购买到经过改头换面的所有老式工具。它们都还「活」着。

我没有通过研究查明每种物品都还在使用的原因，但我推测这些工具大都有相同的历程。当正常经营的农场彻底丢弃这些过时的工具，几乎完全实行自动化作业时，许多人仍然用非常简单的手持工具从事园艺，仅仅是因为这些工具管用。只要后院的西红柿味道比种植园的鲜美，原始的锄头就有生存空间。显然，自己动手收割农作物是一种乐趣，即使收割量很大。我猜测有些这样的工具是阿米什人和其他怀有回归大地思想的人购买的，他们认为不靠燃油的机器干活是一种美德。

但是1895年也许还不算太遥远。我们来看看最古老的技术：燧石刀和石斧。哦，事实证明你可以买一把崭新的燧石刀，手工磨薄，用压制过的皮带精心地系在鹿角手柄上。从任何方面看它确实和3万年前制作的燧石刀属于同一种技术。得到这把刀需要花费50美元，多家网站有售。在新几内亚的高原，20世纪60年代之前部落居民一直在制作石斧作为自用工具。现在他们仍然按照同样的工艺为游客制作石斧。石斧迷向他们学习，一条未曾断裂的知识链保证了这门石器时代的科技经久不衰。今天，仅在美国就有5000名业余爱好者手工打造全新的弓箭头。他们周末聚会，在燧石打磨俱乐部交换成果，向纪念品中间商出售自己做的箭头。专业考古学家和燧石打磨人约翰·惠特克（John　Whittaker）研究过这些业余爱好者，他预计这些人每年能够制作出超过100万支崭新的矛和箭头。这些新箭头与真正的古代箭头难以区分，即使对惠特克这样的专家来说也是如此。

少数技术永远地从地球上消失了。希腊人的战争技巧遗失了几千年，不过现在有个好的研究机会让它重见天日。印加文明的记账系统采用绳上打结——被称为结绳文字——的方式，其实际操作方法被遗忘了。我们有一些古董样品，但是对它们的实际用法一无所知。这也许是个案。不久之前，科幻小说作者布鲁斯·斯特林和理查德·凯德利编制了一份「死亡工具」名单，该名单关注的是一些受大众欢迎的器具昙花一现的状况。最近，诸如海军准将64型计算机和雅达利系列计算机这样的已经消失的发明被添加到一份记录陈旧技术的长名单中，名单上包括幻灯

机和电传簧风琴。不过，事实上这份名单中的大多数条目并没有消失，只是少见而已。一些最古老的工具制作技术被地下室工艺师和狂热爱好者保留下来。很多时间上更靠近今天的技术仍在用于生产，只是更换了商标和外形。例如，大量应用于早期计算机的技术现在可以在手表或玩具上找到。

除了极少的例外，各种技术都没有消失。在这方面它们与生物物种不同，后者从长远来看不可避免地走向灭绝。技术以观念为基础，以文化作为存储器。它们被遗忘了，可以复活，还可以被记录下来（通过越来越先进的方式），这样就不会被忽视。技术永存于世。它们是第七生命王国的永久边界。

1. 狐尾松以长寿著称，是地球上最古老的树木之一。——译者注

第四章 外熵的扩展

专家导读

在探索「技术元素」起源问题的第三层，也是最抽象的一层时，凯文·凯利谈到了「熵」，以及他偏爱的术语「外熵」。

理解这个重要的概念，需要有三个方面的想象力——

其一是，想象一下我们身上的「原子」（其实，「原子」这一词汇已经是较为落伍的词汇了，不过并不影响理解「熵」这个问题本身）。我们身上的原子在一刻不停地运动，并可能飞离这个躯体，进入浩渺的外部空间。再想象一下古老宇宙中无数微粒以及构成万物的原子，其实不停地在星球、动物、植物、大气，以及雪佛兰轿车、电脑芯片间交换、穿行，当然这种交换、穿行也包括你的躯体——你会有何种感觉？

其二是，想象一下决定这些「原子」貌似四处乱撞的冥冥之力，以及这些原子所携带的「味道」、「色泽」、「能量」。这些原子彼此撞击着、缠绕着，一会儿聚拢在一起，一会儿又飞离而去——你会有何种感觉？

其三是，想象一下这些「原子」的「死亡」与「重生」，离别与永恒。落入泥中的花瓣，飘入空中的气息，腐败的动物躯干，新生的婴儿毛发，机器齿轮边缘的一粒微尘，静卧海底万年之久的海星——你会有何种感觉？

在经典热力学的文本里，这个世界是单向的，一切物质都不可避免地在「原子」的穿行、交换、缠绕中走向均质化，走向「热寂」。这是「熵」的力量。

> 然而，「保持差异的努力与熵的拉力之间的斗争，创造了自然界的奇观」，这种抵抗熵增加的力量，即是所谓「外熵」，并且被作者定位于「与信息极其相似」的自组织的过程。

> 这种「超越大脑母体」的「技术元素」，就是伴随生命出现的「外熵」力量，它「正在重新征服地球」，凯文·凯利如是说。

我们可以把技术元素的起源重新描述为若干关于发明创造的故事，这些故事构成一组同心圆。每次重述都阐明了更深刻的影响。第一次讲述中（见第二章），科技起始于现代智人的思维，但很快就超越了思维。第二次讲述（见第三章）揭示了人脑思维之外作用于技术元素的力量：作为整体的有机生命表现出来的延伸适应和扩展。在第三个版本中，圆圈将超越思维和生命，进一步扩大，涵盖宇宙。

技术元素的本源可以追溯到原子的生命历程。原子在手电筒电池这样的日常生活用品中的短暂旅程，是其漫长生涯中有别于其他任何事物的一刹那。

大多数氢原子在时间的起点就诞生了，它们本身和时间一样古老。大爆炸的高温创造出氢原子，并使它们以均匀的热雾形式扩散至整个宇宙。从那时起，每个原子就踏上了孤独之旅。当一个氢原子无知无觉地漂浮在广袤宇宙、距离同伴成百上千公里时，它比四周的真空活跃不了多少。没有变化，时间是无意义的，99.99%的宇宙空间只有极小的变化。

10亿年后，某个氢原子也许被吸入某个凝固星系的重力场。伴随着最模糊的时间和变化的迹象，这个氢原子朝稳定的方向飘动，靠近其他物质。下一个10亿年，它突然撞入遇到的第一块小物体。数百万年后，又遇到第二块。一段时间后，它遇到自己的同类，另一个氢原子。它们在微弱的引力作用下一起漂浮，经过漫长的岁月，遇见了一个氧原子。突然，奇怪的事情发生了。瞬间高温让它们聚成一个水分子，接着也许被吸入某个星球的大气环流。在融合状态下，它们被卷入宇宙变化的大循环中。很快这个水分子被裹挟到雨团中，落至地面的水池里，与其他相互冲撞的原子汇聚在一起。它与不计其数的同伴一起，在数百万年的时光里一遍又一遍地经历这个循环——从拥挤的水池到大片的云朵，然后又回到池中。一天，一个偶然的机会，水分子被某个水池里异常活跃的碳链捕获，生命历程又一次得以加速。它在一个简单的循环中转圈，帮助碳链传播。疾速运动以及经历在死气沉沉的宇宙空间不可能出现的变化让它感到欢乐。碳链中的水分子被其他碳链偷走，经过多次重新装

配，最后氢原子发现自己处于细胞中，不断改变与其他分子的关系和结合力。现在它绝大多数时候都在变化着，不停地与外界互动。

人体内的氢原子每7年完全更新一次。等到上了年纪，我们就是一条由大批老原子汇成的河流。我们体内的碳元素来自星尘。手掌、皮肤、眼睛和心脏的主要物质都形成于时间的起点，也就是数十亿年前。我们的真实年龄要比外表看起来大得多。

对于我们体内的普通氢原子而言，花费几年时间从一个细胞驻地飞奔至下一个，这将是我们能想象到它们所实现的最短暂的壮举。140亿年保持安静，然后来一次狂野的短暂旅行，穿越生命之水，接着，当所在的星球毁灭后，又回归宇宙的隔绝状态。用转瞬即逝来形容这次旅程都会显得太长。从原子的视角看，任何活着的有机体都是旋风，会将它卷入疯狂的混乱和有序中，让它享受140亿年一次的狂欢。

虽然细胞的速度快得有些疯狂，但能量流过科技的速度甚至更快。事实上，在这方面科技比目前已知的其他任何可持续系统更为活跃——它可以让原子旅行到更远的地方。今天，就最远的旅程而言，宇宙中持久性最强的活跃事物是计算机芯片。

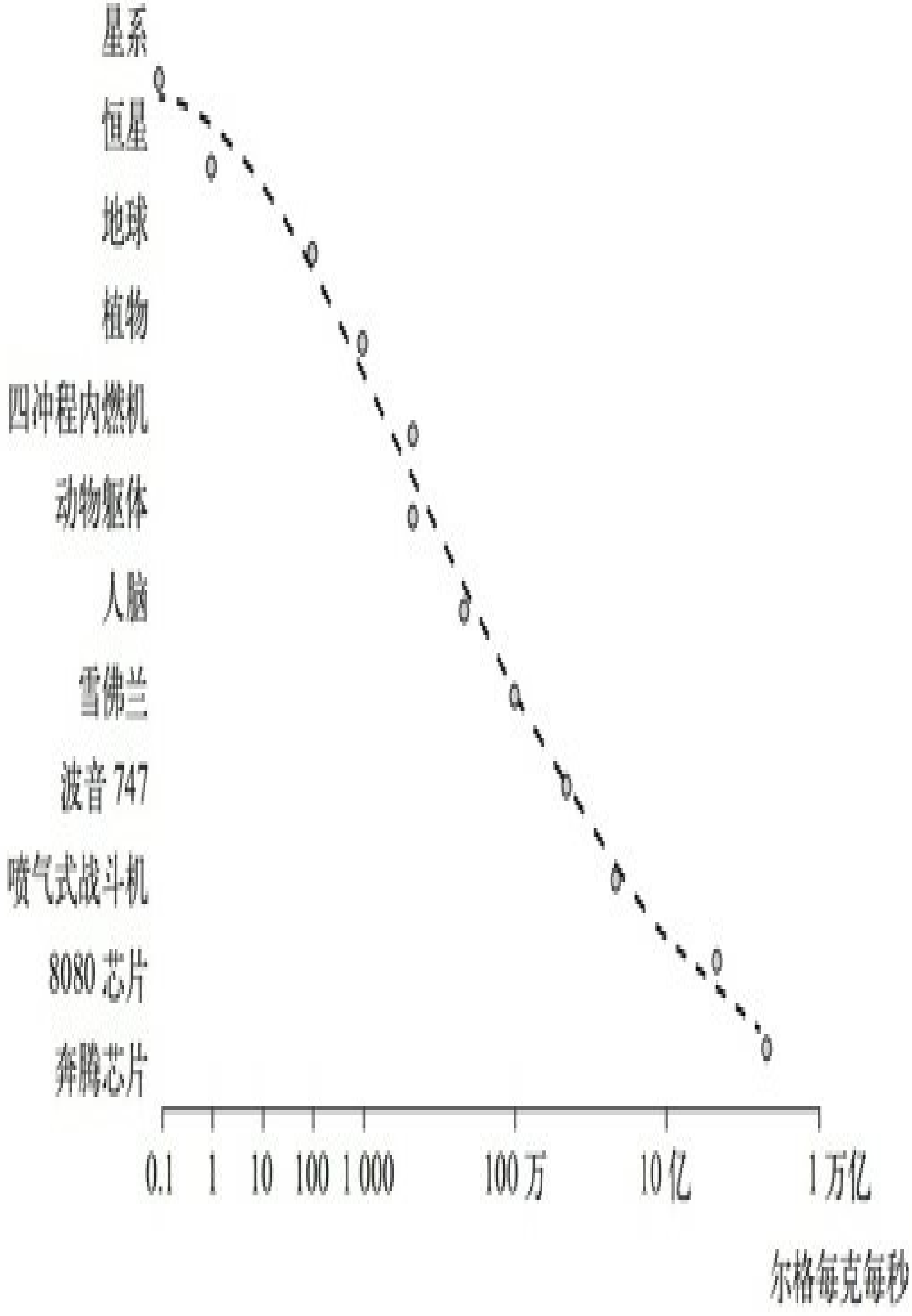
更确切的说法是：宇宙间所有持久事物中，从行星到恒星，从雏菊到汽车，从大脑到眼睛，可以传导最密集能量——每秒钟通过1克物质的最大能量——的物品就在笔记本电脑的核心。这有可能吗？与流过太空星云的微小能量相比，恒星的能量密度是巨大的。但引人注目的是，比起草本植物内部的密集能量流和活跃度，太阳的能量密度相形见绌。尽管太阳表面能量超强，但它的质量极大，寿命达100亿年，因此作为一个整体系统，太阳每秒每克的能量流小于吸收阳光能量的向日葵。

一颗爆炸的核弹拥有的能量密度远高于太阳，因为前者是不可持续的失控的能量流。百万吨级核弹会释放10^17尔格注能量，这个数字是巨大的。可是这种爆炸的全部时间只有10^6秒的超瞬间。因此，如果「分摊」一次核爆炸，使其能量释放时间为整整1秒，而不是微秒，那么它的能量密度会下降到只有每秒每克10^11尔格，这大约是笔记本电脑芯片的能量密度。就能量而论，奔腾芯片也许更适合被视为爆炸速度非常缓慢的核弹。

核爆炸中见到的飞速熄火现象同样发生在射击、化学炸弹、超新星和其他类型的爆炸物上。它们消耗自身物质，释放出难以置信的高密度但又不可持续的能量。与太阳相似的恒星可以数十亿年保持耀眼的核裂变，这是它们的不凡之处。不过，尽管做到这一点，但它们的能量流通速度比绿色植物产生的可持续能量流还要慢！与射击的爆炸过程不同，草本植物内部的能量交换会产生由绿叶、黄褐色主茎和肥厚种子构成的

美妙结构，这是一种成熟结构，包含的信息可用于设计完美的克隆。更强大的是动物体内的稳定能量流，它让我们真正感受到能量波的威力。它们上下起伏、发射脉冲、移动，某些情况下向外辐射热量。

穿过科技的能量流比动物的还要强大。用每克每秒的焦耳（或者尔格）数来度量的话，高科技设备长时间积聚的能量是最多的。图4-1所示的能量密度图——由物理学家埃里克·蔡森编辑——最右端显示的是计算机芯片。它通过细微电路传导的能量流密度高于动物、火山或太阳。这种微型高科技产品是已知宇宙中最具活力的事物。



星系
恒星
地球
植物
四冲程内燃机
动物躯体
人脑
雪佛兰
波音 747
喷气式战斗机
8080 芯片
奔腾芯片
0.1
1
10
100
1 000
100 万
10 亿
1 万亿
尔格每克每秒

图　4–1　能量密度变化曲线。图中按能量流密度大小排列大型复杂系统。能量流密度的测量依据是系统存在期间每秒流过1克物质的能量。

现在我们可以认为技术元素的故事就是扩展宇宙活力的故事。在万物萌生的绝对起点，宇宙——如果可以这么称呼的话——聚集成非常非常小的空间。整个宇宙始于一道闪光，比最小原子中最小粒子的最小部分还要小。这个极小点内部热量、明亮度和密度均匀分布，所有部分温度统一。事实上，没有空间可以容纳任何差异。这是彻底的死寂。

但是，从万物的绝对起点开始，这个极小点以我们尚未理解的方式膨胀。所有的新生点都在各自飞离。当宇宙膨胀到大约人头大小时，有可能开始冷却。在膨胀到这么大之前，第一个3秒内宇宙质地极为紧密，没有任何空隙；极其饱满，甚至连光也不能运动。实际上，它是如此统一，以至于今天我们在现实中看到发挥作用的4种基本力——引力、电磁力、强相互作用力和弱相互作用力——被压缩成单一合力。在这个起始阶段，只有一种总能量，它随着宇宙的扩张分化为4种不同的力。

宇宙伸展过程中不产生任何物质。虚无空间膨胀的同时，也在持续冷却。宇宙使能量冷却为物质，接着减慢物质的运动速度，放射出光线，释放引力和其余3种力。

简单地说，能量是将要冷却的潜势，但需要势差才能实现。能量的流动只会从高到低，所以没有势差，就不可能有能量流动。奇怪的是，宇宙的膨胀速度比其中物质冷却凝固的速度快，这意味着冷却的潜势在增加。宇宙膨胀越快，冷却潜势越大，在其范围内势差就越高。在宇宙的漫长岁月里，这种不断扩大的势差（位于持续扩张的空间和大爆炸的残余高热之间）孕育了进化、生命和智慧，并最终导致科技的加速发展。

能量如同受到重力作用的水，流向最低和最冷的层，直到所有势差消失才会停止。大爆炸后的第一个千年里，宇宙内部温差非常小，很快就达到均衡。如果宇宙不再扩张，基本上不会有趣事发生。可是宇宙膨胀给了万物一次诞生的机会。通过向四面八方膨胀——所有点各自远离，宇宙产生了空旷的底部，等级体系的底层，能量可以向下运动至此。宇宙扩张越快，底层的空间越大。

底层的绝对底部是所谓的终极状态——热寂。那里绝对安静，没有运动，因为没有势差，没有潜势。可以把它想象成无光、寂静，任意方向完全相同。所有差异——包括「这」和「那」的基本差异——完全失效。这个同一性地狱被称为最大熵。熵是描述废物、紊乱和无序的科学名词。就目前所知，宇宙中唯一没有已知例外的物理法则是：天地万物，皆归本原。宇宙间的一切事物都在沿着一条下降通道稳步滑向由大爆炸

余热和最大熵导致的终极均衡状态。

我们可以在很多方面观察到这条无处不在的下降通道。因为熵，快速移动的物体会减速，有序的事物会崩溃，进入无序状态。而对于任何差异或个性而言，要保持独特性，就会付出代价。每一种差异，无论是速度、结构，还是行为，都会迅速减退，因为每一次运动都会释放能量，宇宙中的差异是受到约束的，要想保持差异，必须违反常规。

保持差异的努力与熵的拉动力之间的斗争创造了自然界的奇观。老鹰这样的食肉动物位于耗熵金字塔顶端：1年中1只鹰吃掉100条鳟鱼，100条鳟鱼吃掉10000只食草昆虫，这10000只昆虫又吃掉100万片草叶。这样，100万片草叶间接供养了1只鹰。可是，这一堆草叶的重量远远大于1只鹰。这种十足的低效要归因于熵。动物生命中每次运动都要耗费少量的热量（熵），这意味着所有食肉动物捕获的能量要小于捕猎过程中消耗的全部能量，一生中一次次的运动使这个差额不断增加。生命循环要想永不停息，唯有通过阳光照射小草，持续产生新能量作为补给。

这种必然的浪费如此触目惊心、不可避免，可令人吃惊的是，任何系统都能够长时间存在，不会快速解体至冰冷的均衡状态。我们在世间看到的一切有趣并且健康的事物——活着的有机组织、文明、社会、智慧和进化本身——在面对熵的虚无的同一性时，都以某种方式保留持久的差异。扁形虫、星系和数码相机都有这个相同的特性，它们保持了很大程度上被高温无分化环境消除的差异状态，那种普遍的死气沉沉和静止状态是宇宙中大多数原子的常态。当物质世界的其余部分滑向凝固的底层时，只有少数不寻常的事物捕捉到能量波，借此成长壮大，生机勃勃。

持久差异的广泛传播是熵的反向运动。这一现象被称为外熵（exotropy）——向外逆转。外熵是科技术语负熵（negentropy）——即熵的负值——的另一种说法。该词汇最早由哲学家马克斯·莫尔提出，不过他的拼写是extropy。我借用他的词汇，改动拼写以强调与反义词熵的区别。我对外熵一词的偏爱超过负熵，因为它是一个正面词汇，表现性质不同的双重否定的措辞，含义是「无序不存在」。通过这样的描述，外熵远比简单的「减少紊乱」更令人振奋。可以认为外熵是一种来自自身的力量，会突然连续引发一系列不大可能存在的过程。

外熵不是波，也不是粒子、纯能量或者超自然奇迹。它是非物质流，与信息极为相似。既然外熵被定义为负熵——无序状态的反面，那么根据定义，它是有序状态的扩大。可是，什么是有序？对于简单的物理系统，热力学概念足以解释；而对于包括黄瓜、大脑、书本和自驱动卡车的现实世界，我们尚未找到度量外熵的有效工具。我们最多可以这

么说，外熵类似于但不等同于信息，它需要自组织过程。

我们无法给外熵下一个与信息相似的精确定义，因为我们并没有真正理解信息。事实上，信息这个词汇包含了若干相互矛盾的概念，这些概念本应有自己的专用术语。我们用信息指代：（1）一组二进制位元；（2）含有意义的信号。令人困惑的是，当熵增加时，位元增加，而信号减少，于是一类信息增加，而另一类减少。直到我们说明自己的确切含义，信息这个术语才能最好地发挥比喻作用。这里我试图使用它的第二层意思（不一定总是一致）：信息是一组产生差异的信号。

作为此处的最佳比喻，信息使外熵的意义更加模糊。我们解释生活中的神秘事物，往往使用已知的最复杂系统所启发的意象。自然世界曾经被描述为身体，在时钟出现的年代被描述为时钟，到了工业时代则是机器。现在，「数字时代」来临，我们用计算机来比喻自然。对于思维如何工作，或者进化如何发生，我们用大型软件程序处理信息流的模式来解释。这些历史上的比喻都没有错，只是不完整而已。最近，人们用信息和计算来比喻，情况仍是如此。

然而，外熵与增强的有序性一样，需要的不只是信息。在我们之前，科学已经历了数千年的发展，同样也被数千次比作他物。信息和计算可能并非目前存在的最复杂的非物质实体，但迄今还没有发现更复杂的非物质实体。我们最终也许会发现外熵包括量子力、引力，甚至量子引力。可是现在，信息（从条理性意义上说）是我们已知的理解外熵特性的最佳类比。

从宇宙视角看，信息是世界的主导力量。在宇宙的初始阶段，即紧接着大爆炸之后的时期，能量支配存在。当时辐射是唯一的存在，宇宙就是一团光。渐渐地，宇宙膨胀并冷却，物质成为主导者。物质成块状，分布不均匀，但它的结晶性质产生引力，开始塑造宇宙。随着生命的出现（就在人类的周边区域），信息的影响增大。我们称之为生命的信息过程数十亿年前控制了地球的大气层。现在，另一个信息过程——技术元素，正在重新征服地球。外熵在宇宙的扩大（从地球的视角看）也许就像图4-2显示的那样，图中E=能量，M=质量，I=信息。

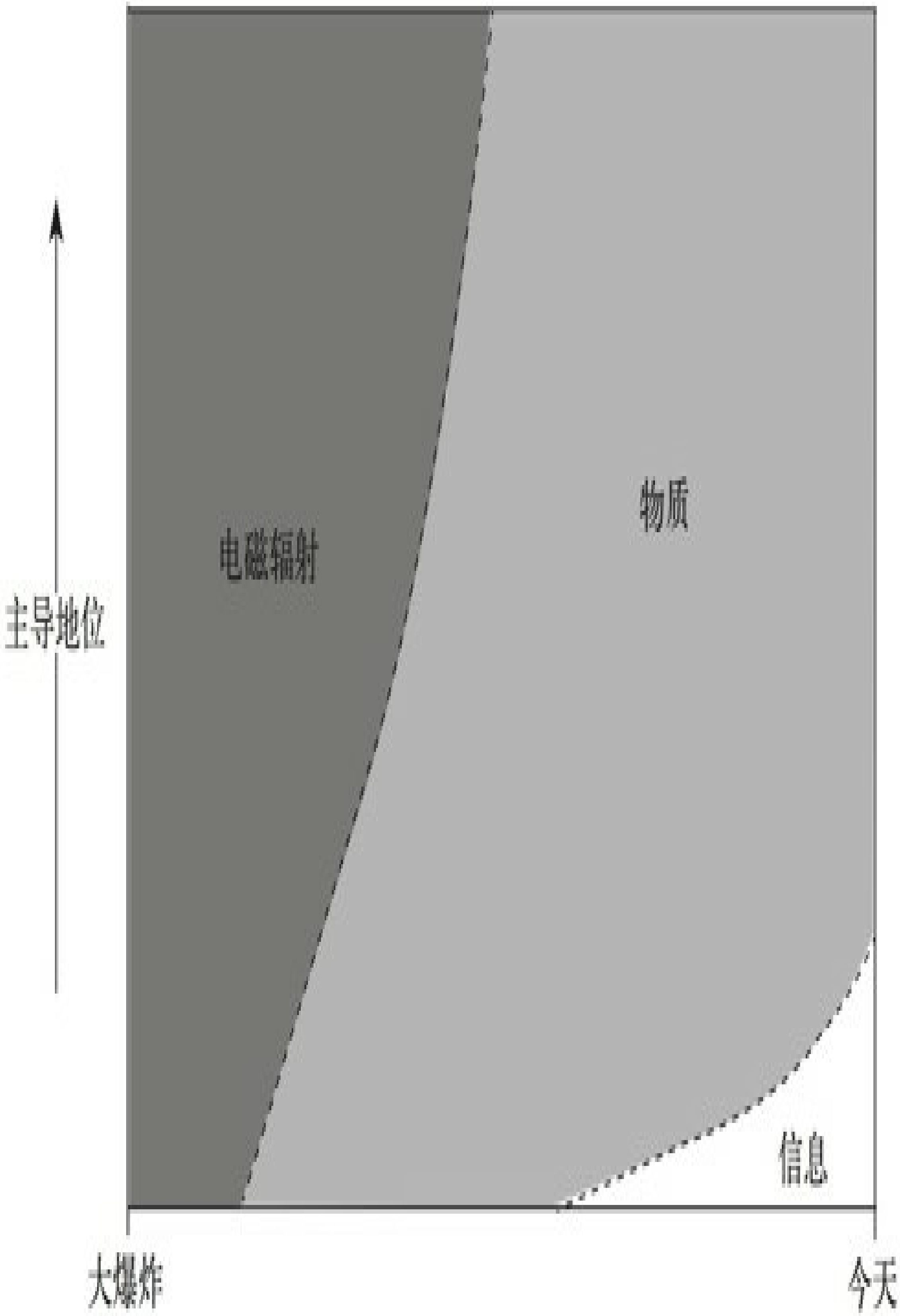

主导地位
电磁辐射
物质
信息
大爆炸
今天

图4–2　宇宙的不同主导阶段。自大爆炸发生以来,我们所在的宇宙局部区域中占相对主导地位的力量有所变化。时间轴以对数标尺形式显示，单位成指数级增长。在这个标尺上，初生阶段的几纳秒占据的横轴长度与今天的10亿年相同。

外熵几十亿年持续扩大，产生稳定的分子、太阳系、恒星大气层、生命、思维和技术元素，可以被重述为有序信息的缓慢积累。更确切的说法是，累积信息的缓慢有序化。

通过极端例子可以更加清楚地认识这个问题。4瓶摆放在实验室物品架上的核苷酸与染色体上的4条核苷酸链之间的区别在于后者的原子作为可复制DNA双螺旋结构的组成部分而获得的附加结构，或者说有序化。同样的原子，但后者更加有序。当核苷酸原子的细胞载体发生进化时，它们又会添加新一层组织和条理性。在有机组织进化过程中，这些原子携带的信息代码经过控制和处理，得到重新排序。在基因信息之外，原子现在还传递自适应信息。它们从保留下来的创新中获得条理性。随着时间流逝，同样的原子可以提升到新的有序层次。也许它们的单细胞居所与另一个细胞融合，组成多细胞，这需要更大的有机组织——和细胞一样——的信息结构。更加深入的进化——细胞群转变成组织和器官、性的产生、群居生物的出现——继续提高有序性，使流过同一批原子的信息结构得以扩展。

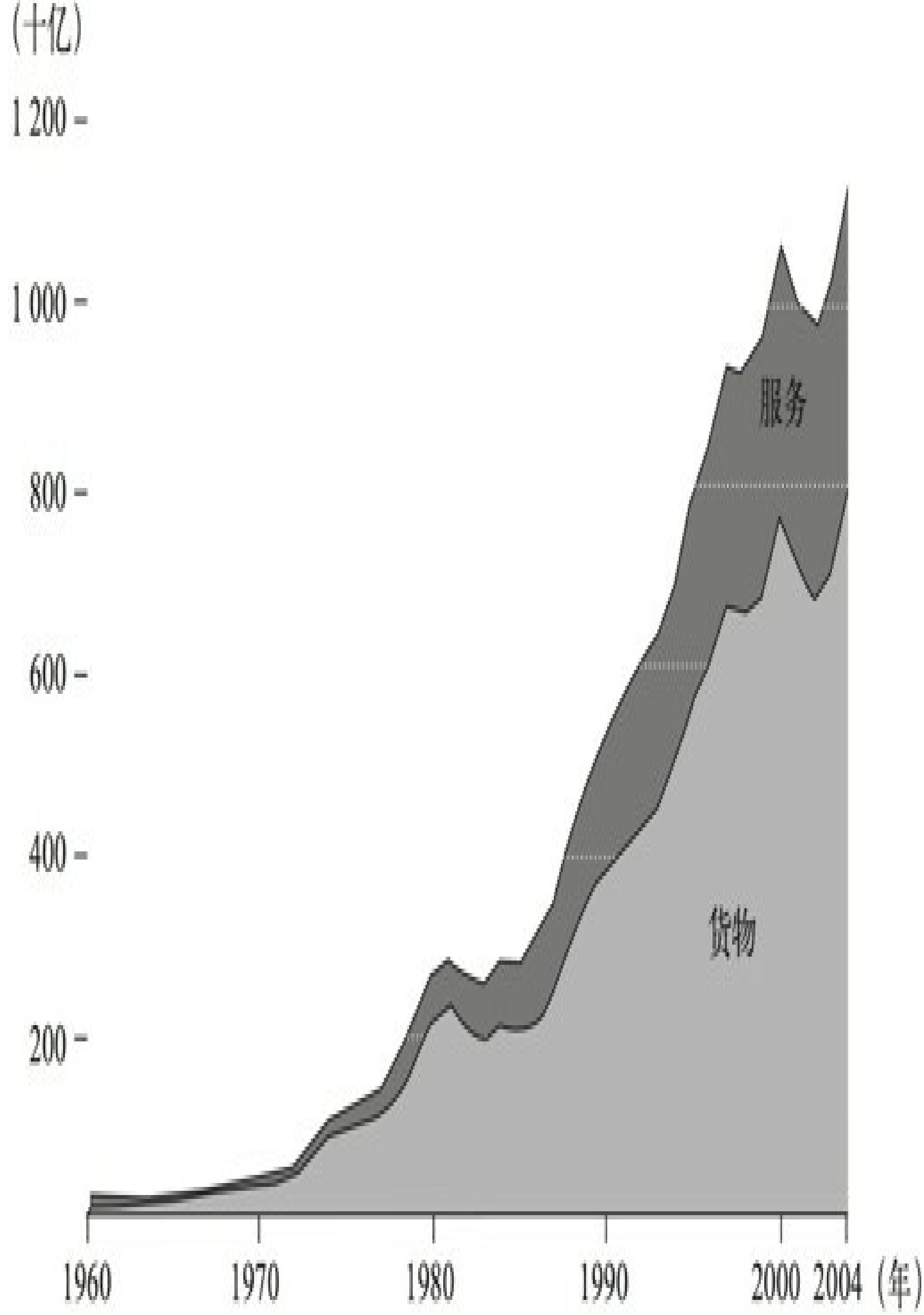
40亿年来，进化一直在积累基因库知识。40亿年能学到很多东西。今天地球上的约3 000万物种中的每一种都是不曾间断的信息链，其源头可以追溯至第一个真正的细胞。这条DNA链的每一节都会学到新知识，并将这些来之不易的知识添加至它的内部代码。基因学家木村资生估计，自大约5亿年前寒武纪生物大爆发以来，每个遗传谱系（例如鹦鹉或袋鼠）的总基因信息量累计达到10兆字节。现在，用单个有机体的特有信息乘以今天世界上存活的有机体总数，将得到一笔天文数字的宝藏。想象一下，装载地球上所有有机体（种子、卵子、孢子、精子）的基因，也许需要一艘具备数字化存储能力的诺亚方舟。有人估计，地球是10^{30}个单细胞微生物的庇护港湾。典型的微生物，例如酵母菌，每一代发生一次1比特（位元）变异，这意味着所有活着的有机体将获得1比特的特有信息。单独计算微生物（约占生物总数的50%），今天的生物圈包含基因信息量为10^{30}比特，也就是10^{29}个字节，或者说10万尧[注]字节。这的确是个大数字。

这还只是生物信息。技术元素自己的信息海洋也是深不可测。它反映了人类8000年保存下来的信息。按照数字存储量计算，当今技术元素

包含487艾㊟字节信息，数量级比自然界总数小很多，但成指数级增长。每年由科技产生的计算机数据增长66%，增长率压倒性地超过任何自然来源。与邻近的其他行星或者太空深处漂浮的一般物质不同，知识和自组织信息的厚地毯包裹着这个星球。

技术元素的宇宙发展史还有其他版本。我们可以认为外熵的长期运行趋势是脱离物质，升华为非物质。在早期宇宙，物理法则占主导地位。发生作用的只有化学法则、动量、扭矩、静电以及其他不可逆物理力，没有其他任何游戏规则。物质世界的强大约束产生的只是极其简单机械的物质形态——岩石、冰和气体云。但是太空的扩展以及潜在能量的相应增加，给世界引入新的非物质动力：信息，外熵和自组织。这些可能产生组织的新机会（例如存活的细胞）不违背物理化学规则，但又保持距离。并不是说，生命和意识仿佛被直接装入物质和能量的世界，确切地说，是生命和意识摆脱了束缚并且超越了它们。物理学家保罗·戴维斯作过精彩的总结：「生命的秘密不在于它的化学根基……生命的成功，恰恰是因为它避开了化学规则。」

当前从资源密集型产业向以无形资产（例如软件、设计和视听产品）为主的知识经济的转型，正是向非物质稳步迈进过程中的最新动态。（并不是说物质生产减少，而是非物质制造业现在产生更多的经济价值。）达拉斯联邦储备银行主席理查德·费希尔（Richard Fisher）说：「几乎全世界的数据都表明，当消费者收入增长时，他们倾向于较少的实物开支，把更多的钱用于服务消费。一旦人们的基本需求得到满足，往往希望获得医疗服务、交通和通信、信息、休闲生活、影视娱乐、金融和法律指导，诸如此类。」价值的分离（更多价值，更少物质）是技术元素发展历程中的稳定趋势。6年间美国出口（美国制造的最有价值的物品）1美元货物的平均重量下降了50%。今天，美国出口有40%是服务（无形的），而不是制造品（原子）。我们正逐渐用无形的设计、灵活性、创新和智能化取代刚性的沉重的原子。从非常现实的意义上说，我们向以服务和理念为基础的经济迈进，是延续某种从宇宙大爆炸就开始的趋势。



（十亿）
1 200
1 000
800
600
400
200
服务
货物
1960
1970
1980
1990
2000
2004（年）

图4–3　　美国出口的非物质化。1960年至2004年期间美国出口的货物和服务年度总额，单位为10亿美元。

非物质化不是外熵扩张的唯一途径。技术元素将信息压缩为高度精简结构体的能力也是非物质的成功之处。举例来说，科学（从牛顿开始）一直能够将任何类型物体运动的大量现象抽象为十分简单的规则，例如F=ma。同样，爱因斯坦将海量的经验观察结果简化为非常浓缩的公式$E=mc^2$。每个科学理论和公式，不论是关于气候、空气动力学、行为、细胞分裂、造山运动还是数学，都是信息压缩的结果。因此，我们的图书馆——塞满同行评议、交叉索引、注解文章及同行筛选的杂志文章——是一座非物质密集的巨大矿山。但是，正如关于碳纤维技术的学术著作是无形资源的浓缩物一样，碳纤维本身也是。它们所包含的远远不只是碳。哲学家马丁·海德格尔认为，科技是内部现实的「现身」，是它的表现形式。这种内部现实是任何制造品的非物质本性。

尽管我们认为技术元素的作用就是将器具和发明倾倒在人类的生活轨道上，但它也是宇宙释放出来的最不可测、非物质性最强的过程。事实上，它是世界上最强大的力量，尽管我们一般认为人类大脑才是（其实我们应该回想是什么在向我们灌输这种观念）。技术元素已超越大脑母体。借助有意识的反省，人类思维的威力只是略微增强，对思想的思考只会让我们的智能稍加提高。然而，技术元素可以通过使其持续变动的特性反复叠加于自身，无限增强自己的威力。新技术不断降低发明新技术的难度，而人脑则没有这种功能。借助无止境的科技膨胀过程，技术元素的非物质组织现在成为我们所处的宇宙区域中最具优势的力量。

从根本上说，科技的主导地位并非因为它诞生于人类意识，给予它这种地位的是一个同样可作为其本源的自组织，并且这个自组织还孕育出星系、行星、生命和思维。它是始于大爆炸的巨大非对称轨迹的一部分，随时间的推移而扩展为最抽象的非物质形态。这条轨迹摆脱了古老的物质和能量规则的束缚，过程缓慢但不可逆转。

1. 能量单位，1焦耳=10^7尔格。——译者注
2. 尧，十进制单位，1尧等于10的24次方。——译者注
3. 艾，1艾等于10的18次方。——译者注

第二部分 规则

第五章 大发展

专家导读

从这一章开始，作者用5章的篇幅，叙述「技术元素」在发生、演化、交互的过程中，逐渐形成了哪些独特的属性，以及这些属性对自然界、对人类产生了何种影响。

从根本上来说，凯文·凯利是一位虔信技术进步的乐观主义者。不过他的乐观主义并非建立在对技术的盲目崇拜上，而是对技术内在秉性的深度挖掘和思考。

这一章里，凯文·凯利列举了5个方面的证据（前两个较为细致），来证明这些「技术元素」「每天都让我们相信社会在进步」。

这一章也是深入了解作者价值观和立场的重要一章。比如，通过比较全世界制造产品的种类，从英格兰国王亨利八世时期（1547年）的18000余种，到现代全球拥有数千万种物品，作者认为即便科技有负面的内容，科技的阴暗面「占技术元素的比例甚至有可能接近一半」，但技术元素带给人们更多的选择是毋庸置疑的。

凯文·凯利认为，「进步的发生与科技的产生同步」。对这一观点的疑惑，也许会消失在后续4章的阅读中。其实，更重要的内容还在后面：人们与科技相处的方式，将会发生重大的变化。

新生事物在如今的生活中是如此基本的组成部分，以至于我们忘记了在古代它多么罕见。过去大多数变化都是循环性的：人们伐林造田，接着弃田而去；军队来来往往；洪水刚退，干旱又至；甲国王退位，乙国王——或善或恶——继位。多数时候，多数人几乎没有经历过真正的变化。确实出现过很少的变化，不过要经历几个世纪。

当变化突然发生时，人们想的是逃避。如果说人们对历史变化有过预测，那也是预测它会向坏的方向演变。某个历史时期是黄金时代，当时老有所依，夜不闭户，人们怀有敬畏上帝之心。在古代，当先知预言未来时，消息通常很糟糕。近代之前，未来将会产生进步的观念从未得

到广泛传播。即使现在，这种观念也远远谈不上广为接受。文化发展通常被视为例外，也许不知何时就会退回到过去的困境中。

任何关于时间带来发展的断言都被认为无视这样的现实：数十亿人的不平等、恶化的区域环境、局部战争、种族灭绝以及贫穷。任何理智的人都不能忽视不断出现的新疾病，这些疾病的罪魁祸首是我们的发明和活动，包括由解决老问题的善意尝试导致的新问题。对美好事物的持续破坏和对人的持续杀戮似乎无休无止。

但是，美好事物的涌现也是无止境的。谁能否认抗生素的功效——即使它们被滥用？还有电力、纺织品和收音机？值得拥有的事物数不胜数。尽管其中一些有缺陷，可是我们利用的是它们的优点。为了治疗当前已知的疾病，我们创造出更多新事物。

这些新的处理手段中有一些比它们试图解决的问题还要麻烦，但有证据表明，随着时间的推移，平均来说，新的解决办法创造的价值要超过新问题造成的困难。严肃的技术乐观主义者也许会争辩道，大多数文化、社会和科技变化基本上是积极的——每年技术元素的变化有60%（也有认为70%和80%的）让世界变得更美好。我不知道实际百分比，但我认为平衡点偏正向，比50%高，即使只是略高一点。正如扎尔曼·沙克特夏洛米拉比注所说的：「世界上善多过恶——但只多一点。」但是，在复利借款中，这「一点」正是关键——对于技术元素也是如此。世界不需要像乌托邦一样完美才算是进步。我们行为的某些部分，例如战争，就是破坏性的。我们制造的东西有一大批——也许接近一半——毫无用处。可是，只要我们创造的正面事物比破坏的事物多出1%或2%（甚至0.1%），我们就会进步。这个差值可能细微到几乎无法察觉，这也许是进步没有被普遍承认的原因。与人类社会的大量缺点相比，1%的改善似乎微不足道。然而正是这个单薄、羞怯的小差距与文化的防倒退棘轮联手推动进步。时光流逝，百分之几的「微小进步」汇聚成文明。

但是，长期来看，确实存在每年1%的改善吗？我认为有5类迹象可以证明这种趋势。其一是普通人的寿命、教育、健康和财富的持续改善。这是我们可以评估的。总体而言，人们生活的历史时期越靠近现代，他们的寿命越长，获取知识的渠道更加丰富，享有更多的工具和选择。这是平均状况。由于战争冲突短期内会损害局部地区的安乐，10年期健康和财富指数会出现波动，世界各地也不均衡。不过，长期通道（我所谓的「长期」指的是数百年，甚或数千年）呈现稳定可测的上升形态。

长期进步的第二个指示灯是我们一生中所见证的科技发展的明显正

面趋势。这种连续的浪潮也许比其他信号更具说服力，每天都让我们相信社会在进步。各种设备的质量不断改进，同时价格也在下降。我们透过历史的窗户，回顾过去，意识到那时没有窗户玻璃，还缺乏机织制品、电冰箱、钢铁、照片以及仓库中堆满即将运往本地超市的货物。对这种物质丰富的状况追根溯源，我们可以沿着一条越来越狭窄的曲线回到新石器时代。古人手工艺的精巧令我们吃惊，但论数量之大、种类之多和复杂程度，现代文明使其黯然失色。证据显而易见：我们买新换旧。如果要从旧式和新式两种工具中选择，大多数人——过去和现在都是如此——会抓住新式的。有极少数人收集旧工具，但与新工具市场无法相提并论，后者如eBay一样庞大，还包括世界各地的跳蚤市场。不过，如果新工具确实没有改进，而我们还不停购买，那么我们要么一直受骗上当，要么就是天生愚笨。购买新工具更说得通的理由是新产品的确物有所值，而且新产品有更多款式可供选择。

典型的美国超市出售3万种商品。每年仅在美国就有2万种崭新的包装精美的商品——例如食品、肥皂和饮料——问世，厂家希望这些产品能在拥挤的货架上占有一席之地。这些现代产品大都有条形码。发布条形码序列号的机构估计，世界各地使用中的条形码至少有3 000万个。全世界的制造品种类肯定达到数千万，不确定是否过亿。

英格兰国王亨利八世1547年去世时，他的财务主管们整理了一份有关其财产的详细清单。在计算总数时，他们尤为仔细，因为亨利八世的财富也就是英格兰的财富。会计人员把他的家具、勺、丝绸、盔甲、武器、银盘以及其他财物相加，最终得出亨利国王的家产（英格兰的国家财富）为18000件物品。

我住在美国的一所大房子里，同住的有我妻子、三个孩子、弟媳和两个侄女。有一年夏天，我和小女儿廷（Ting）清点家中物品。我们手持计算器和剪贴板，走遍所有房间，在厨房碗柜、卧室壁橱和多年未打开的抽屉里翻箱倒柜。

我感兴趣的主要是估计家中物品的种类，而不是总数，因此我试着统计技术「种类」的数量。每种类型我们选一个代表记录。特有的着色（例如黄或蓝），或者表面饰品及装饰图案不作为分类依据。我只统计了书的代表类型：例如，一本平装书，一本硬皮书，一本大画册等。所有光盘和家用录像带各自记为一种种类。内容基本上不作为依据。不同材料制成的物件记为不同类型。陶制盘和玻璃盘记为两种。同一种机器制造的物品算为一类。食品柜中所有罐装食品是一类。所有壁橱是一类。大部分衣物制造工艺相同，但纤维类型不同。棉质牛仔裤和棉质衬衫记为两种类型，羊毛裤是一种，合成材料女式衬衫是一种。如果某件

物品需要不同类别的制造技术，我会把它归为一种技术类型。

除了车库（那又是另外一个工程），其他房间都走遍了，我们得到的结果是家中总共有6000种物品。由于我们把某些类型又进行了拆分，例如书本、光盘、纸板、勺、短袜等，我估计，加上车库里的，总物品数达到近1万。

我这个典型的现代家庭没有付出多么艰苦的劳动，但财物却相当于一个国王的遗产。而事实上，我们比亨利国王更富有。其实，麦当劳收入最低的汉堡师傅在很多方面的富有程度胜过亨利国王或者任何生活年代不是太过久远的顶级富豪。尽管汉堡师傅的收入几乎不够支付房租，可是他（或她）买得起亨利国王买不起的很多东西。

亨利八世国王的财富——英格兰的全部财富——买不到室内抽水马桶或者空调，也无法完成一次500公里的乘车旅行，而这是现在任何出租车司机都有财力实现的。仅仅100年前，约翰·洛克菲勒是世界上最富有的人，但其庞大资产不能为他带来手机，而现在孟买任何一个环卫工人都在使用手机。19世纪前半叶，世界上最富有的人是纳森·罗斯柴尔德，而他的数百万财产不足以买到抗生素。罗斯柴尔德死于脓疮感染，今天一剂3美元的新霉素就可以治愈。的确，亨利国王有一些漂亮的服装和一大群仆人，可是假如今天让某人像亨利国王一样生活，没有自来水管，住在黑暗漏风的房间里，因道路不畅而与世隔绝，通信联系很少，即使是有偿的，也没有人愿意。雅加达一位住在昏暗宿舍里的贫困大学生在大多数方面也要好过亨利国王。

最近，摄影家彼得·门泽尔组织了一次活动，在世界各国寻找一些家庭，让他们把全部家产堆放在身体四周，然后拍照。共有39个国家——包括尼泊尔、海地、德国、俄罗斯和秘鲁——的家庭允许门泽尔和他的代表将家中全部物品拖到街上或院子里拍照。门泽尔整理了这些照片，编成图书出版，书名为《物质世界》（Material World）。几乎每个家庭都会对自己的所有物感到骄傲，他们快乐地站在住所前面，四周是五颜六色的家具、罐子、衣服和小玩意儿。其中单个家庭拥有的物品平均数量为127件。

关于这些不同的财产照片，有一件事我们可以确定，还有一件不能确定。可以确定的是，20世纪居住在这些地区的家庭拥有的物品数大大少于127件。今天即使最贫穷国家的家庭所拥有的也要多于两个世纪前最富有国家的家庭。在殖民地时期的美洲，当房屋所有者死亡时，官员通常会清点其遗产。从那时起，历史上典型的已故房屋所有者财产清单所统计的全部财物为40件，也许是50件，通常少于75件。

不能确定的是：如果我们拿出两张主人和财产的合影，一张是危地

马拉的一个家庭，身边堆放着饭锅和织布机，其他的物件不多；另一张是冰岛的一个家庭，身边是洗衣机、烘干机、大提琴、钢琴、3辆自行车、马以及其他1000件物品，我们无法分辨出哪个家庭更加快乐。是拥有各类财物的一家人，还是那个穷困的家庭？

过去30年间，常见的睿智观点是，一旦某人达到最低生活标准，更多的钱不会产生更多的快乐。如果生活在某个收入水平以下，财富增加会带来不同感受，但在那之后，钱买不到快乐。这是理查德·伊斯特林1974年进行的现代与传统对照研究的结论。不过，最近来自宾夕法尼亚大学沃顿商学院的研究表明，在世界范围内，富裕能够增加满足感。收入更高的人的确更快乐，平均而言高收入国家的公民往往更加满意。

对于这一最新研究成果——它也符合我们的直觉印象，我的解释是金钱带来的是更多选择，而不只是更多物质（尽管更多物质也是结果）。我们不会因为更多器具和阅历而快乐，让我们真正感到快乐的是能控制时间和工作，有机会享受真正的休闲，逃离战争、贫困和腐败导致的不确定性，以及抓住时机追求个人自由——这一切都伴随财富增长而发生。

我去过世界上很多地方，最贫穷和最富裕的地区，最古老和最现代的城市，节奏最快和最慢的文化，我的观察结果是，如果有机会，走路的人会买自行车，骑自行车的人会买电动自行车，骑电动自行车的人会升级至驾驶小汽车，而汽车一族则梦想坐上飞机。各地农场主卖掉牛犁，买入拖拉机，还有葫芦碗换锡碗，凉鞋变草鞋。总是如此。少数不重要的物件有时重新出现。如果严格审视，诸如著名的阿米什人这样的例外并不是绝对例外，因为他们的团体也采用精心挑选的技术，而不是躲避。

科技的这种单向吸引力要么是魔法般的诱惑，引诱头脑简单的人进行某种消费，而这种消费不是他们真正想要的，要么是我们无法推翻的暴政。或者，科技会提供十分称心的、间接引发更大满足感的事物。（也许这3种可能性都存在。）

科技的阴暗面不能避而不谈。它占技术元素的比例甚至有可能接近一半。在我的房子里，隐藏在1万种耀眼的高科技产品背后的是偏远的危险矿山，它们不断被开采以获取珍贵的稀土元素，散发出含重金属的有毒气体。为了让我的电脑有电可用，需要建设大坝。木材被送去制作书架，树桩被留在丛林里。还需要长长的汽车队伍和道路，以运输和销售我家购买的和商店储存的一切商品。每一个小发明都来自地球、空气、阳光和其他的工具。我们统计的1万种物品只是一棵深深扎根的参天大树的顶部。也许幕后需要10万种实实在在的工具才能把自然元素转

化为我家的1万种成品。

但是，技术元素一直在增加其核心的透明度，制造出更多摄像机眼睛、通信神经元和追踪技术，用以揭示它的复杂过程。如果我们留意各种技术的真正成本，就会有更多选择可供研究。这些通信和监控系统可以给不加掩饰的消费主义降温吗？有可能。技术元素的实际代价及其与现实生活的平衡显而易见，高度透明，不过，这不会减缓它的发展。人们认识到它的负面作用，可以通过从非必需消费那里分流资源，使之转向等级更高的有意义的发展方向，这样甚至可能会优化科技的进化过程，加速它的发展。

第三个表明存在稳定的、细微的长期进步的证据与道德领域有关。在这个领域，评估标准很少，而反对声音很大。一直以来，我们的法律、习俗和道德伦理在缓慢扩大人类的共识。普遍而言，人类的自我认同最早主要来自家庭。家族成员是「我们」。这一宣告将亲人之外的任何人定位为「其他人」。对于「我们」圈内和圈外的人，过去我们有（现在仍然有）不同的行为准则。渐渐地，「我们」这个圈子从家庭成员扩展到部落成员，接着从部落到民族。现在这种扩展超越了民族，还未结束，甚至也许会包括种族，不久将穿越物种界限。越来越多的人相信其他灵长类动物应该像人类一样拥有权利。如果道德伦理的金科玉律是「对待他人就像你希望他人对待你一样」，那么我们正在不断扩展「他人」的概念。这就是道德进步的证据。

第四个证据不能证明进步这一事实，但能够提供强有力的支持。一大批数量仍在不断增加的科学文献让大众注意到生命40亿年的漫长历程——从极为简单的有机组织发展到极其复杂的社会动物。我们文化的变迁可以被视为40亿年前开始的进步过程的延续，我将在下一章深入探讨这个关键性的类比。

第五个证据是大规模城市化。1000年前，只有很小比例的人住在城市中，现在有50%。人们为了「更加美好的明天」而迁入城市，这里充满选择和机会。每周有100万人从乡村搬迁到城市，这段旅程的空间距离小于时间距离。这些移民事实上前进了数百年，从中世纪的乡村移居到随意扩展的21世纪城市地区。贫民窟的悲惨生活被公之于众，但不能阻挡人们的到来。就像所有人一样，满怀希望的人持续涌入，追逐更大的自由和更多的选择机会。我们住在城市和郊区的理由和移民相同，都是为了从更多选择中获得边际收益。

总是有人选择回归原始状态。实际上，回到过去从来不是易事。发展中国家的城市居民只能乘坐公共汽车回到他们的山村，在那里他们生活在古老的传统和有限的选择中。他们不会饿肚子。在相似的选择精神

感召下，如果你相信新石器时代就达到了生命的顶峰，可以在亚马孙丛林中选择一块空地暂住。如果你相信19世纪90年代就是黄金时代，可以去阿米什人那里觅得一片农田。我们有大量重访过去的机会，可是很少有人真正希望生活在过去。相反，在世界任何一个角落，任何历史时期，任何文化中，数以十亿计的人都尽可能快地涌入「选择略多」的未来生活。他们向城市移民，用脚选择进步。

城市是科技的产物，是我们发明的最大科技产品。它的影响与城市居民数量不相称。如图5-1所示，大部分有记录的历史时期，居住在城市的人口平均比例为1%或2%。可是我们提到「文化」时所想到的几乎所有事物都诞生于城市。（城市和文明这两个英语单词具有同样的词根。）但是今天作为技术元素特色产物的大规模城市化是非常新鲜的现象。像其他大多数描述技术元素的图表一样，图5-1中两个世纪之前没有太多变化。然后人口猛增，创新飞速涌现，信息爆炸，自由增加，城市成为主宰。

大发展（加了个大字）带来的一切希望、悖论和折中，都在城市中体现。事实上，我们一般可以通过观察城市状况来观察科技进步的概念和真实性。城市也许是创新的发动机，但不是所有人都认为它是美丽的，特别是今天的特大城市，它们随处扩张，对能源、物资和关注度贪得无厌。它们就像吞噬自然资源的机器，很多人担心自己是否也会遭此厄运。城市复活了我们对技术元素的持久忧虑，比工具导致的紧张心理尤甚：我们购买最新发明，是因为需要，还是因为被迫？近期的大规模城市移民是自愿选择还是必要行为？人们被城市里的机会吸引，还是被绝望情绪推动？为什么除了那些被逼无奈的人，还有人愿意选择离开家乡，栖身于城市贫民窟中臭气烘烘、四处漏风的小屋？

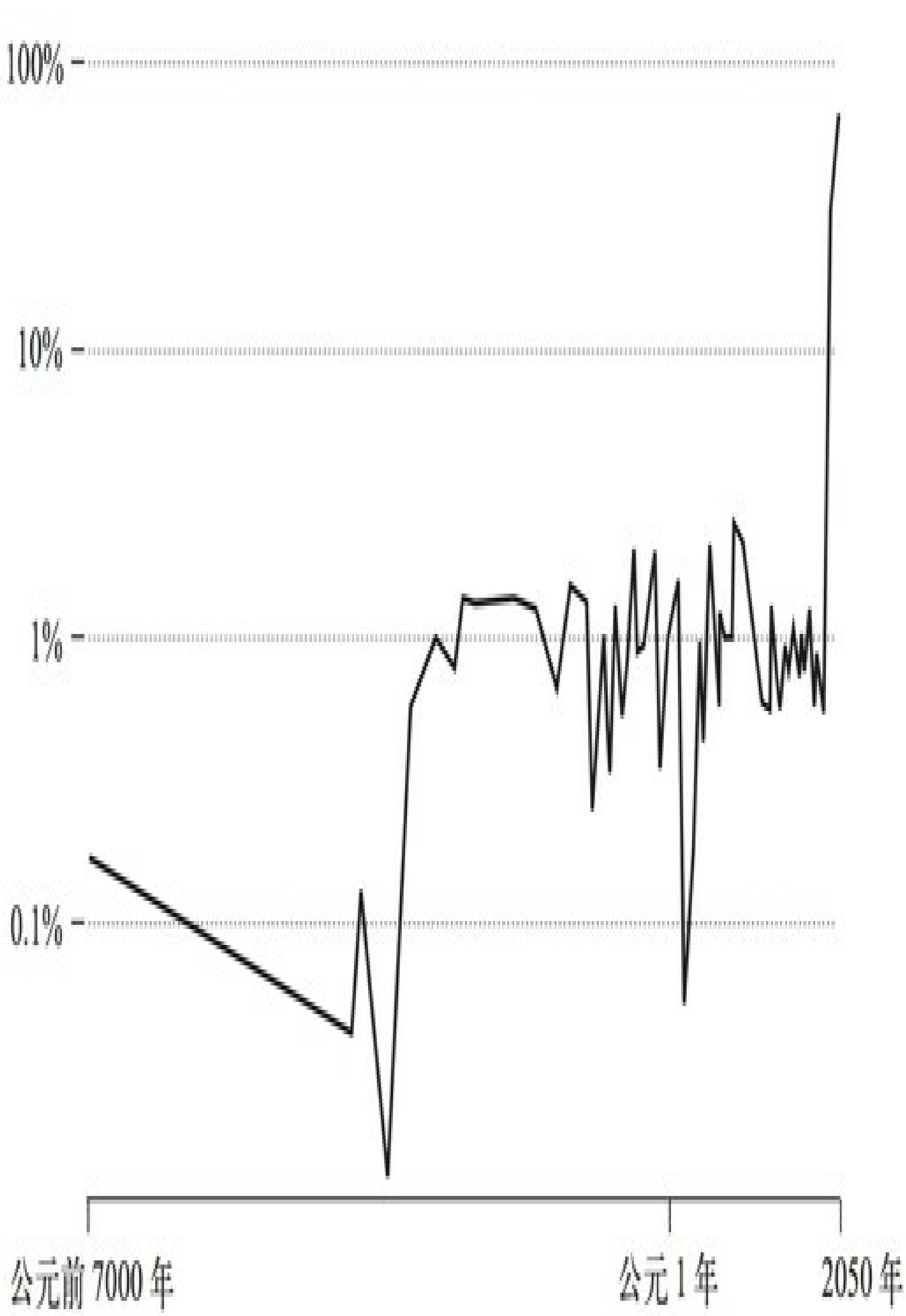

100%
10%
1%
0.1%
公元前 7000 年
公元 1 年
2050 年

图5–1　　全球城市人口。全球城市居民占总人口百分比，从公元前7000年到现在，包括2050年的预期比例。百分比用对数标尺显示。

嗯，每一个美丽的城市都是从贫民窟发展起来的。开始它是季节性宿营地，是人们常见的随遇而安的结果。物质匮乏、污秽不堪是常态。这里是猎人、探路者、生意人和拓荒者过夜的好住处。接下来，如果他们认为这块营地合乎心意，就会将它扩展为凌乱的村庄、令人不适的城堡，或者阴冷的官方前哨站，建有永久性楼房，四周是临时小屋。如果村庄位置有利于发展，私自圈地的人会聚集起来，他们的房屋呈同心圆式分布，直到这个村庄跌跌撞撞地成长为城镇。随着城市的繁荣，市中心——或者用于市政事务或者用于宗教事务——得以建立，城市边缘则继续在无计划无管理的混乱中扩张。这个过程在什么年代和什么国家发生，无关紧要。城市的大片边缘地区会让固定居民感到震惊和担忧。对新来者的持久蔑视自第一个城市建成时就出现了。罗马人对城市边缘的租屋、窝棚和小屋多有抱怨，认为它们「臭气熏天，湿漉漉，松松垮垮」。有时罗马士兵会将擅自占地者的定居点夷为平地，只为了看到它们几个星期内被重建或者搬走。

巴比伦、伦敦和纽约都有大片不受欢迎的定居者组成的贫民区，他们搭建卫生状况糟糕的劣质住所，从事危险的买卖。历史学家布罗尼斯瓦夫·盖雷梅克描述道：「贫民窟构成中世纪巴黎的一大城市风景。」甚至到了18世纪80年代，巴黎发展到鼎盛时期，近20%的居民仍然没有「固定住所」，也就是说，他们住在窝棚里。中世纪一位先生对当时的法国城市进行了一番抱怨，听来耳熟：「好几个家庭共住一所房子。纺织工的家庭也许挤在一间屋子里，围着火炉缩成一团。」这种压抑的生活在整个历史上屡见不鲜。一个世纪前，曼哈顿是2万名自建住房的擅自占地者的家园。19世纪80年代，布鲁克林（在使用从木材厂偷来的木板后如此命名）的斯莱布城一地在高峰时有1万居民住在贫民窟。据1858年《纽约时报》报道，纽约贫民窟中「90%的简易房只有1个房间，平均面积不超过12平方英尺，满足住家一切需求」。

旧金山是擅自占地者修建的。根据罗布·诺伊维尔特在他那本很有启发性的著作《影子城市》（Shadow Cities）中的描述，1855年一项调查估计「（旧金山）95%的房产所有人不具备真实合法的土地所有权」。擅自占地者随处可见，湿地、沙丘和军事基地都有他们的身影。一名目击者说：「今天这里有一块空地，第二天上面就搭起了6个帐篷和棚屋。」费城主要居民是当地报纸所谓的「占地定居者」。1940年，上海1/5的市民是擅自占地者。这100万占地者留下来，不断扩展改善他们的贫民窟，在一代人的时间里这个陋屋小城变身为第一批21世纪城市中的

一员。

这就是城市化发挥作用的方式。所有科技产生效果的过程是：新发明开始是无价值的样品，经过改进后，勉强有效。贫民窟中交叉纵横的住所随时间流逝而不断改善，基础设施得到扩展，临时性公共机构最终转变为官方机构。曾经是穷人栖息地的所在，经历数代人后，成为富人的家园。贫民窟的传播是城市所为，贫民窟的生活是城市的发展过程，几乎所有现代城市的大多数街区以前都是贫民窟。今天由擅自占地者建造的城市将成为明天的高贵城区，这一现象正发生在今日的里约热内卢和孟买。

过去的贫民窟和今天的贫民窟给人相同的印象，第一印象都是污物横流，过度拥挤。1000年前的贫民窟和今天的贫民窟，住屋随意搭建，残破不堪，臭气熏天。可是也存在生机勃勃的经济活动。每个贫民窟都有餐馆和酒吧，大部分有可租房或者出租床位。还有动物、新鲜牛奶、百货商店、理发店、诊所、修理铺和提供「保护」的带武器的强壮男子。擅自占地者建造的城市是——并且一直是——影子城市，是官方许可之外的平行世界，但终归是城市。

与任何城市一样，贫民窟是个高效运转的场所——甚至也许高于城市官方机构，因为没有可供浪费的资源。拾荒者、分销商和清洁工都住在贫民窟，他们走遍城市的其他区域，寻找废弃品作为住所材料和生活资料。贫民窟是城市的皮肤，是它的开放性边缘，随城市发展而膨胀。作为整体的城市是令人惊叹的科技发明，它汇聚能量流和观念，密度与计算机芯片相似。在相对小的区域内，城市不仅用最小空间提供生活区和工作区，而且还是理念和发明的最大来源地。

斯图尔特·布兰德在其著作《地球新规》（Whole Earth Discipline）的「城市星球」一章中评论道：「城市是财富创造者，一直都是。」他引用宣称世界40个最大城市居住着地球上18%人口的城市理论学家理查德·佛罗里达的话：「（城市）拥有全球2/3的经济产出和近9/10的新专利发明。」一位加拿大人口统计学家估算出「80%~90%的国民生产总值增长发生在城市」。每座城市破旧的新区——被非法占用的土地和露营场所——经常是生产力最强的市民之家。迈克·戴维斯在《布满贫民窟的星球》（Planet of Slums）一书中指出：「印度马路居民的传统形象是刚从乡村迁入的贫苦农民，像寄生虫似的乞讨生存。可是对孟买的研究表明，几乎所有（97%）家庭都有至少一名养家糊口者，70%在城市至少居住了6年。」贫民窟居民通常在邻近高房租街区从事低报酬的服务工作。他们有钱，但住在贫民区，因为离工作地点近。一份联合国报告发现住在曼谷老贫民窟的家庭平均拥有1.6台电视机、1.5部手机和1台

冰箱；2/3的家庭有洗衣机和CD播放机；一半家庭有1部固定电话、1台录像机和1台小摩托车。在里约热内卢的贫民区，第一代擅自占地者识字率仅为5%，而他们的后代有94%具备读写能力。

取得这样的进步是要付出代价的。尽管城市生机勃勃、充满活力，但边缘地带可能令人不适。要进入贫民窟，必须在满是狗屎的小路上穿行。粪便在路边腐臭，小便在阴沟里流动，垃圾成堆。我多次到过发展中国家杂乱无章的陋屋区，没有丝毫乐趣，对那里的居民来说更是如此，他们每天都必须忍受这种环境。与外围的污染和丑陋形成对比的是，贫民窟住屋内部经常呈现出人意料的温馨。回收利用的材料挂在墙上，色彩缤纷，小饰品被收集起来布置舒适的空间。当然，一间屋子所容纳的人远比你能够想象到的多，可是对很多人而言，贫民窟这个家园提供的慰藉超过山村小屋。偷电使用也许不稳定，但至少有电。去唯一的自来水龙头也许路程不短，但在家乡，从房子到水井可能更远。药品很贵，但可以买到。还有学校，老师会按时来上课。

这不是乌托邦。下雨时，贫民窟变成泥沼城市。无止境的贿赂令人沮丧。陋屋居民感觉自己的住所地位低下，这是令人难堪的时刻。《极大之城：失而复得的孟买》（Maximum City）的作者苏克图·梅塔问道：「为什么有人要离开在东部乡村的砖房，离开门前栽着两棵芒果树、可以看见小山丘的老家，到这里生活？」他接着回答：「为了某天大儿子能够在这个城市北部边缘的米拉路买到两间屋子，也为了小儿子可以更上层楼，移居到新泽西。不舒适的生活是一种投资。」

梅塔继续写道：「对于印度乡村的年轻人，孟买的吸引力不只是金钱，还有自由。」斯图尔特·布兰德记录了社会活动家卡维塔·拉姆达斯关于城市魔力的总结：「在农村，妇女所要做的就是服从她的丈夫和亲属、捣碎小米以及唱歌。如果她搬迁到城市，可以找到工作，开始自己的事业，为孩子们提供教育。」阿拉伯半岛的贝都因人曾经似乎是世界上最自由的民族，在广袤的空域沙漠随意游荡，以星空为帐篷，不受人控制。但是他们很快放弃游牧生活，前往海湾国家迅速膨胀的贫民区，一头钻入单调的由混凝土筑成的住所。根据多诺万·韦伯斯特在《国家地理》杂志中的报道，贝都因人将骆驼和山羊关进古老村庄的畜舍里，因为他们依然保留牧民生活带来的收入，这样的生活对他们仍具有吸引力。贝都因人受到诱惑进入城市，而不是被迫，按照他们自己的说法，是因为：「我们随时可以进入沙漠，感受传统生活。但这种（新的）生活比传统的更好。过去没有医疗卫生，孩子们没有学校。」一位80岁的贝都因老首领比我总结得好：「孩子们的未来将有更多选择。」

移民不是必须要来。可是数百万的移民仍然从乡村、沙漠或者灌木

林地涌来。如果问他们来城市的原因，答案几乎总是与贝都因人和孟买贫民窟居民的相同。他们为机会而来。他们本可以待在家乡，就像阿米什人选择的那样。青年男女本可以留守农村，按照惬意的农业节奏生活，继承小地方的手艺，这些是他们的父母经历过的。季节性的干旱和洪涝年年发生。乡村田园难以置信地美丽，家庭和族群的热情支持，这些是永恒不变的。同样的工具仍在使用，同样的习俗传递同样的美好事物。季节性劳作、大量闲暇时光、紧密的家庭纽带、令人安心的团结以及能获得回报的体力劳动带来巨大的满足感，总是让我们心驰神往。如果所有条件都相同，谁愿意离开希腊的岛屿、喜马拉雅的山村或者中国南部葱翠的田园？

但选择权不同等。世界上越来越多的人有电视机和收音机，去城市看电影，他们知道什么是适合自己的。城市给他们的自由让家乡看上去像监狱。于是他们选择——完全自愿、非常热切——涌入城市。

有人争论道，他们无可选择。这种观点认为，进入贫民窟的人是被迫压制欲望而移居到城市的，因为他们的家乡不再能够支持农民。他们是非自愿离开的。也许经历了几代人卖咖啡的生活之后，他们发现全球市场已今非昔比，他们的咖啡价格跌到毫无利润可言，使得他们要么回去以耕作为生，要么挤上开往城市的公共汽车。或者也许科技发展——例如采矿——正在污染他们的农田，使地下水位降低，最后引发大批人员迁离。此外，牵引机车、冷藏技术和公路技术的进步可以将货物运输到最远的地区，导致农民数量下降，即使在发达国家也是如此。为获取建房所用木材而进行大规模森林砍伐，或者开垦土地建设新农场、为城市提供食物，也迫使本土居民放弃他们的自然家园和传统生活方式。

的确，没有什么像看到原住民部落——例如亚马孙盆地、婆罗洲或者巴布亚新几内亚丛林中的部落——挥舞链锯砍伐自己的森林那样令人沮丧的事了。当森林家园被推倒后，他们被迫开始宿营，接着是小镇，最后进入城市。一旦进入营地，渔猎采集技能无用武之地，只能选择周围唯一的付费工作——砍倒邻居的森林，这将产生一种奇怪的意义。砍光原始森林被认为是文化领域的愚蠢行径，有几个理由，最主要的是因家园被毁而遭驱逐的部落居民无法返回。经历1~2代的流浪生活就会使他们丧失关键的生存技能，这会阻止后代回归故里，即使他们的家乡将被赋予新的活力。他们的离去是一场非自愿的单程旅行。同样，美洲白人定居者对原住民部落的卑劣行为确实迫使后者迁入保留地，接受不急于使用的新技术。

然而，砍光森林从科技角度说没有必然性。任何类型的毁坏家园行为都是可悲的，是技术含量极低的愚蠢行径，而且并不是大多数移民现

象的根源。与闪烁的交通信号灯的光柱引力相比，采伐森林只是次要的推动力，前者在过去60年间促使25亿人进入城市。今天，与过去一样，大多数城市移民运动——每10年数亿人——的主流是这样一批定居者，他们愿意忍受生活不方便、环境污浊的代价住在贫民窟中，只为获得机会和自由。穷人移居城市的理由与富人跨入未来科技时代的理由相同，都是追逐机会和更多的自由。

在《进步的悖论》（The Progress Paradox）一书中，格雷戈·伊斯特布鲁克写道：「如果你拿着铅笔和方格纸坐下，绘制美国和欧洲自『二战』结束以来的生活发展趋势图，你要标出很多点并将它们连接起来。」雷·库兹韦尔收集了一车库的图表，这些图表描绘了很多（如果不是大多数）科技领域的急速上升趋势。所有关于科技发展的图表都是从低值域开始，几百年前经历细小变化，在过去的100年间开始向上弯曲，最后的50年一飞冲天。

上述图表给我们一种感觉，即在我们的有生之年科技也在加速变化。新事物眨眼间出现（与早期相比），新变化之间的间隔似乎越来越短。在我们迈向未来的过程中，科技越来越先进，价格越来越低廉，速度越来越快，重量越来越轻，操作越来越简单，更加普遍，更加强大。而且不只是科技在变化。人类寿命延长，婴儿死亡率下降，甚至连平均智商每年也在缓慢上升。

如果这一切是真的，那么很久以前又是什么情况？没有很多证据表明许久之前存在进步，至少按照我们现在对进步的设想来看是如此。500年前，每隔18个月，科技水平不能提高1倍，价格也不会减半。水车的价格没有逐年下降。10年内锤子的使用依然不方便。铁的强度保持不变。谷物收成随季节气候变化，而不是逐年增加。12个月内牛轭并没有改进多少。成年人和儿童的预期寿命几乎与父辈相同。战争、饥荒、暴风雨和奇妙事件来了又去，可是不曾出现朝着任一方向的稳定运动。总之，看起来有变化，但无进步。

一个关于人类进化的常见误解是，历史上的部落和现代智人的史前氏族达到了平等、公正、自由、自主、和谐的社会水平，自那以后情况江河日下。这种观点认为，人类制造工具（和武器）的偏好只是引来麻烦。新发明释放出新力量，人们可能汇聚这种力量，任意挥霍，或者使之弱化，于是文明的历史成为长期退化的历史。按照这种论述，人类本性是固定不变的，不屈从于外界。如果这是正确的，那么改变人类本性的尝试只会导致邪恶的产生。因此在这种观点看来，新科技通常会腐蚀人类固有的神圣品性，只有依靠严格的道德警觉将科技限制在最小状态，才能予以控制。因此，创造新事物的强烈倾向是一种物种层面的嗜

好，也是自毁性的愚蠢行为，我们必须时刻警惕不要受它的魔咒摆布。

事实恰好相反。人类本性是可塑的。我们通过思维改变自己的价值、预期和自我认知。从类猿人时期开始我们就在改变本性，而一旦发生改变，我们将继续深入地改造自己。我们的发明，例如语言、文字、法律和科学，推动了新的进步，这种进步作为现代社会的基础，如此根深蒂固，以至于我们现在天真地以为过去也能看到类似的事物。可是我们现在认为「文明的」甚至「人道的」事物，有许多是很久以前所没有的。早期社会并不是一派和平景象，而是战争肆虐。部落社会中导致成人死亡最常见的原因之一是被宣布为女巫或邪灵，这些迷信的指控不需要任何理性的证据。氏族内部违法的致命暴行是常见行为，公正——我们定义的公正——只针对亲近的部落居民。性别间普遍存在的不平等和强壮者的身体优势形成一种奖惩制度，很少有现代人会愿意接受这种制度的判决。

但是，所有这些价值观适用于第一代人类群体。早期族群的适应能力和韧性不可思议。他们制造艺术品，感受爱情，表达思想。他们非常成功地适应了生活环境，因为他们的社会准则是成功的，即使这些准则在我们看来不堪忍受。如果这些原始社团不得不依赖现代的公正、和谐、教育和平等理念，他们也许会灭亡。然而所有社会——包括今天的原住民文化——都在进化并且适应环境。他们的进步也许无法感知，但的确存在。

17世纪之前的几乎所有文化都把当时不引人注目的渐进式发展归功于天神，或者说唯一的造物主。直到人们不再把社会进步视为神迹，而归功于人类自己，进步的正向循环才开始出现。卫生设施让我们更加健康，因此可以更长时间地工作。农具使我们可以用更少的劳动换取更多的食物。小器具使我们的家更适合成为新想法的实验室。发明越多，生活越好。这里存在一个紧密相连的反馈环：知识增多，有助于我们发现和制造更多工具，这些工具帮助我们发现和学习更多知识，而工具和知识共同让我们的生活更加轻松，寿命更长。知识、安逸生活和选择——以及幸福感——的总体增加被称为进步。

进步的发生与科技的产生同步。但又是什么推动科技？人类文明走过的岁月如果没有数万年，至少也有数千年，在这期间人类不断学习，把信息一代代传递下去。可是，没有进步。无疑，人们偶尔能发现新事物并慢慢传播，或者在独立条件下重新发现该事物，但是，任何进步——过去也许需要几个世纪才可以对此作出评价——都是非常细微的。事实上，1650年的普通农民的生活和公元前1650年甚至公元前3650年的普通农民几乎没有区别。在某些流域（例如埃及尼罗河流域、中国长江流

域）以及特定时期的特定地区（古希腊和文艺复兴时期的意大利），城市居民的命运强于同期历史平均水平，只是在朝代灭亡或者气候变迁时才会转坏。300年前，不同时期不同地域的普通人生活水平几乎完全相同：人们长期忍饥挨饿，寿命不长，选择有限，为了繁衍生息而极度依赖传统。

这种慢节奏的生命循环进行了数千年，突然，嘣！复杂的工业技术出现了，一切开始飞速前进。是什么首先引发了这场爆炸？人类进步的起源是什么？

古代世界——特别是它的城市——从很多绝妙发明中受益。各个社会慢慢地积累了一些非凡成果，包括拱桥、沟渠、钢刀、吊桥、水车、纸、植物染料等等。这些创新都是以试错的形式实现的。某些成果可能需要几个世纪才能传播到其他国家。这种几近随机的进步方式被科学这项工具改变了。通过系统地记录观念的论据，研究事物发生作用的成因，并且谨慎传播已证实的创新，科学很快成为世界前所未见的最伟大的新事物制造工具。对于一种文化而言，科学的确是更加出色的学习方法。

科学有助于快速产生很多发明，一旦它降临世间，人们就拥有了优良工具推动自己飞速前进。这就是大约从17世纪开始西方所经历的事情。科学像投石机一样将社会抛入快速学习的轨道。到18世纪，科学引发了工业革命，城市在扩张过程中取得显著成就，人们的寿命增加，文化水平提高，新发明的速度加快。

但是有一个疑问。科学方法的必需要素是概念性的，技术性相当低，它被用于记录、分类以及通过试验检测理论的论据和时间。为什么希腊人和埃及人没有想到？今天一位时间旅行者可以回到那个时期，在古代亚历山大或者雅典传授科学方法，困难不大。但那时的人们会接受吗？

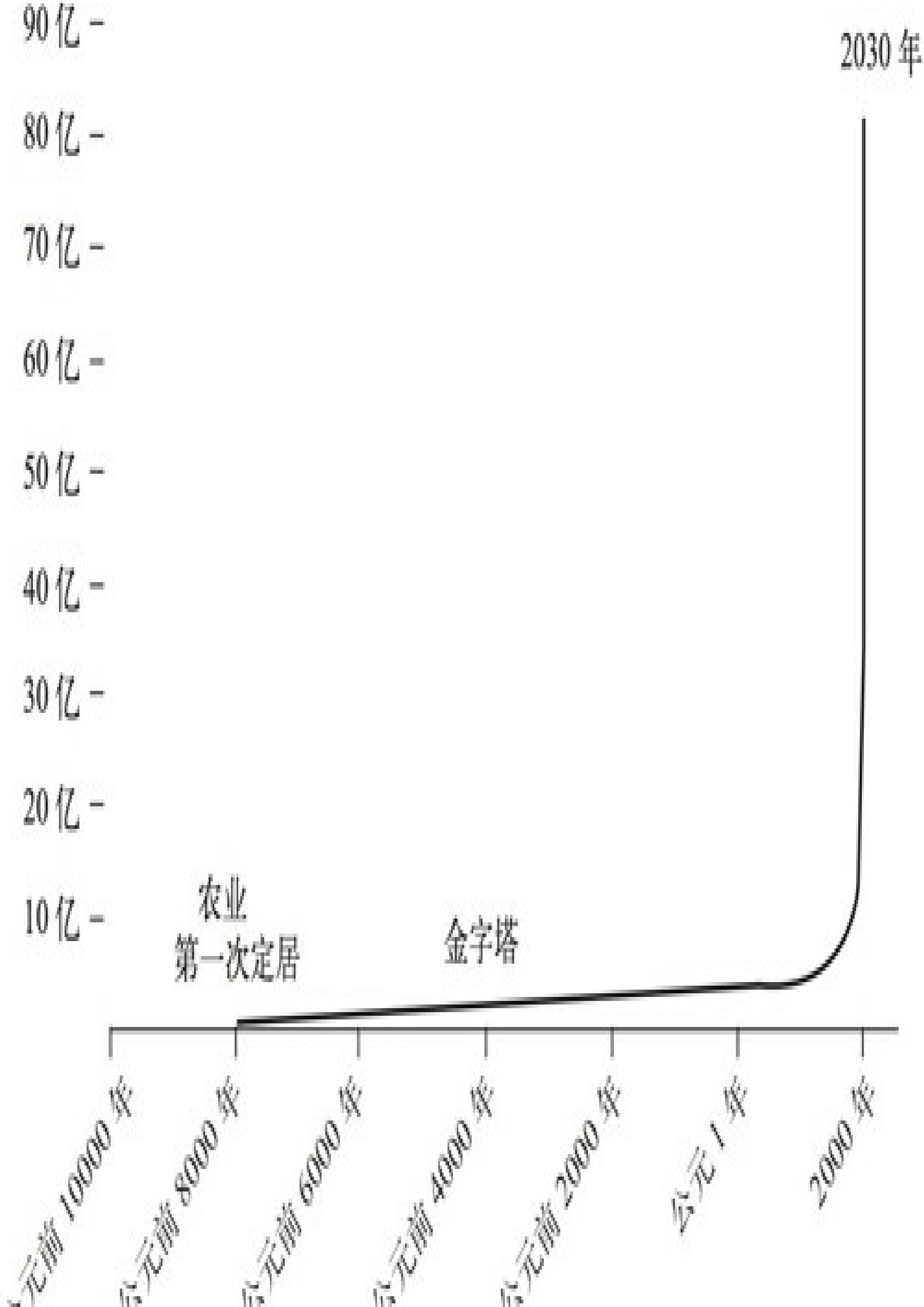
也许不会。对个人来说科学是有代价的。如果主要是寻找改善目前境况的更好工具，那么与人分享成果带来的只是边际收益。因此，对于个人，科学的收益既不明显，又不会马上显现。科学需要一定密度的空闲人口，他们愿意为了光明的未来而共同面对失败，承担失败的代价。这种空闲的产生来自前科学时期的发明，例如犁、磨坊、畜力驯养和其他为大量人口带来稳定的食物盈余的技术。换句话说，科学需要繁荣和人口。

没有科学技术的主导，不断增长的人口遇到「马尔萨斯制约」时将自行崩溃。而引入科学作为指导，不断增长的人口将产生正反馈环，其过程为：更多的人参与科技创新，购买成果，推动更多创新，这会提高

人们的营养水平，带来更多盈余，增加人口，从而使循环扩大。

正如发动机控制燃料燃烧、将内部激增的能量用于驱动机器一样，科学控制人口增长，将它引发的爆炸性能量用于推动社会繁荣。人口增长，社会也随之进步，反之亦然。两种发展显示出紧密联系。

现代社会人口增加同时生活水准下降的例子有很多，目前非洲部分地区就在发生这样的现象。另一方面，纵观历史，很少见到人口减少推动长期的财富增长，相反，几乎总是伴随着财富下降。即使在黑死病造成人口大幅减少的时期，当一个地区30%的人口死亡时，生活水准也没有出现相应变动。在欧洲和中国很多人口过多的农业地区，当竞争减少时，繁荣程度上升，但是商人和上等阶层的生活质量明显下降。这个时期存在生活水平的再分配，但没有净增长。黑死病的例子表明，人口增长是社会进步的必要而非充分条件。



90亿
80亿
70亿
60亿
50亿
40亿
30亿
20亿
10亿
2030年
农业
第一次定居
金字塔
公元前10000年
公元前8000年
公元前6000年
公元前4000年
公元前2000年
公元1年
2000年

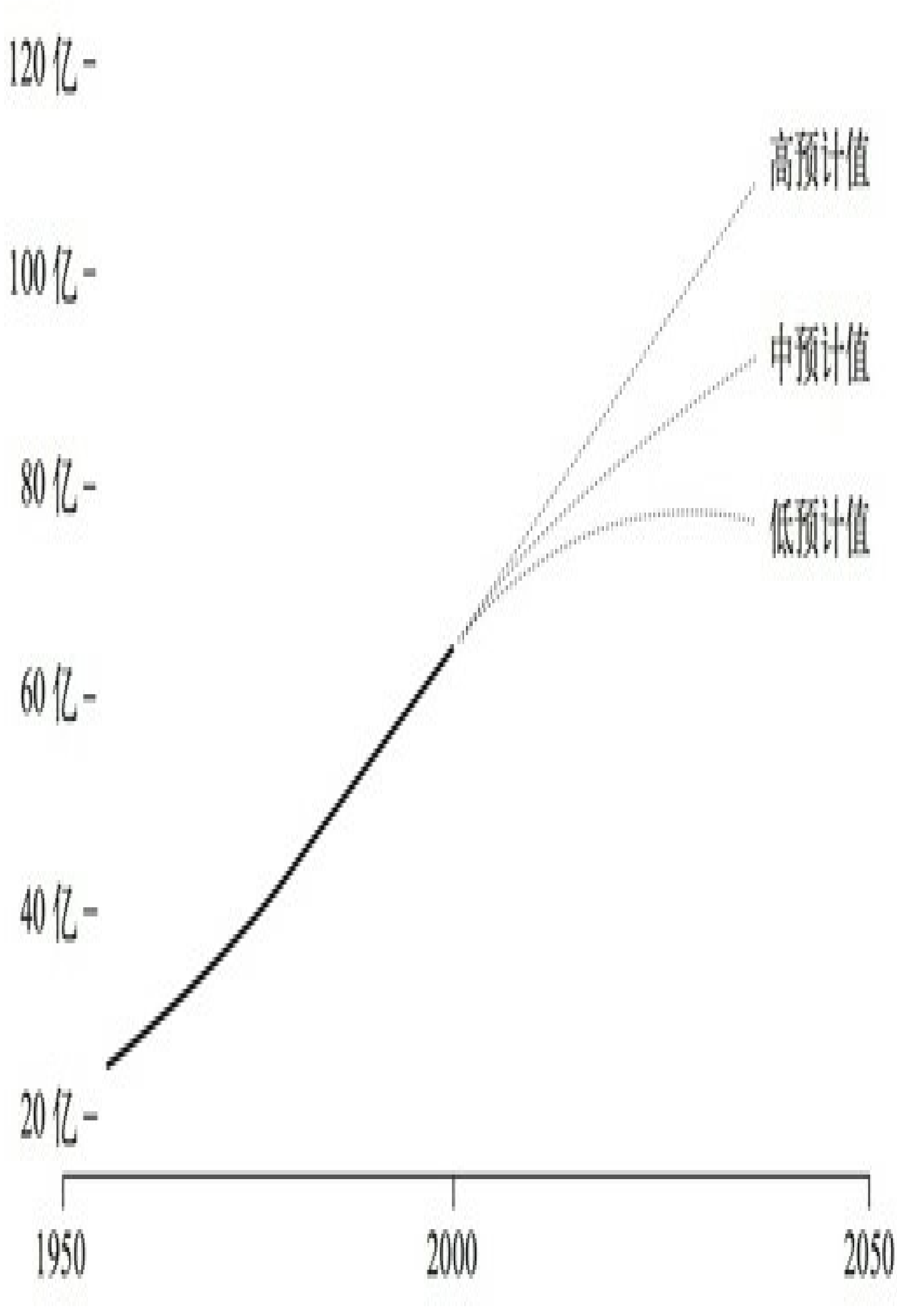
图5–2　　文明世界的人口。一张典型曲线图，显示过去12000年期间的世界人口，包括未来30年的短期预测。

显然，进步的根基深植于科学和技术的结构化知识。不过这种正向发展似乎还需要大规模增加人口。历史学家尼尔·弗格森相信，就全球范围而言，社会进步的根源就在于人口增长。根据这个理论，为了使人口增长超越马尔萨斯制约，我们需要科学，但最终驱动科学并导致繁荣的是人口数量的增加。在这个良性循环中，人类经过思考创造更多发明，相应地也购买这些发明，包括工具、技术和方法，这又支撑了更多人的生存。因此，更多的人类思想等于更多的进步。经济学家朱利安·西蒙（Julian　　Simon）把人类意识称为「最大的资源」。按照他的统计，更多的思想是深层次进步的主要源泉。

不管是作为主要成因，还是仅仅作为一个因素，人口增长在两个方面有助于社会进步。其一，100万人的大脑思考一个问题强过1个人的大脑。单个人也许能想到解决之策，但更有可能的是100万人当中的某人找出解决办法。其二，也是更重要的，科学是集体行为，共享知识带来的灵光一现经常优于100万个单独的大脑。个体的科学基因是个谜。科学既是个人也是集体认识世界的方法。一种文化的集体力量越大，科学就越能发挥作用。

人口以相似的方式对经济产生作用。我们目前的经济财富很大一部分要归功于人口增长。过去几个世纪美国人口稳定增加，确保了稳步扩张的创新市场。同时，世界人口数量也在上升，保证了全球经济增长。数十亿农民从自给自足的生活转入市场经济，导致全世界物资供应增加，需求也在膨胀。不过如果世界市场或者美国市场逐年萎缩，试着想象过去两个世纪是否会出现同样的财富增长。

如果人口增加引发社会进步加速是真实情况，那么我们应该担忧。你也许看过联合国的人口峰值官方图，其数据来源是我们从当前全球人口普查中掌握的信息。过去10年间，每个版本估计的地球人口峰值不断变化（向下），但是末端形状不变。联合国绘制的未来40年左右的典型曲线图如图5-3所示。



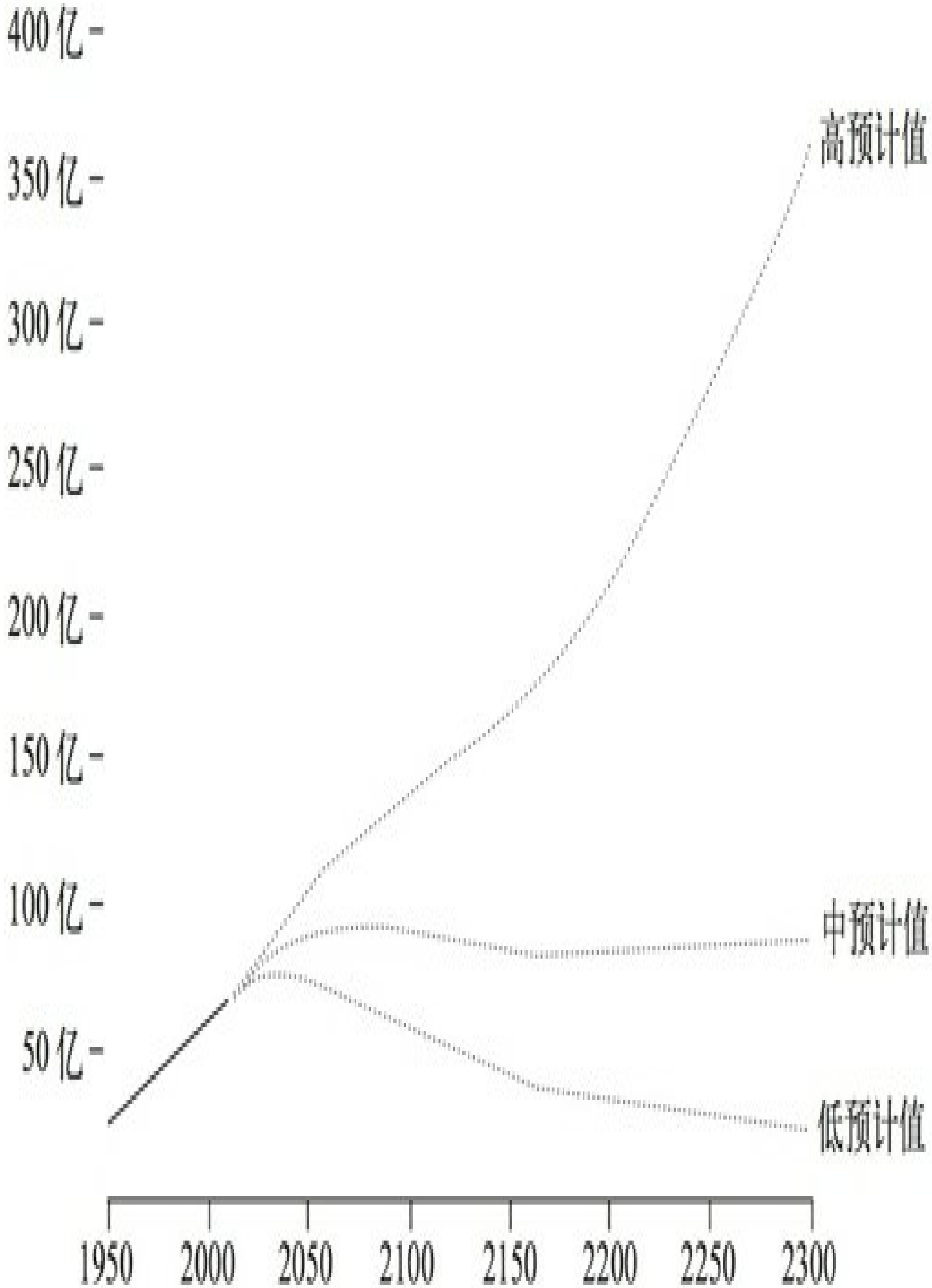
120亿
100亿
80亿
60亿
40亿
20亿
高预计值
中预计值
低预计值
1950
2000
2050

图5–3　　世界人口预测。联合国2002~2050年世界人口预测，2002年绘制。

这种预测提出了一个有助于理解科技进步根源的问题，即曲线图总是在2050年处终止，那是最高点。它不敢预测峰值以后的情况。那么人口达到顶点后会发生什么？向下，水平浮动，还是再次上升？为什么曲线图从不显示之后的预测？大多数制图者完全忽视了这个问题，而且从不认错。只显示一半曲线的现象非常普遍，时间太长，以至于另一半无人问津。

我找到的对2050年左右人口峰值之后的可靠预测的唯一来源是联合国发布的2300年——也就是未来300年——世界人口状况系列报告。

记住，世界范围内生育率低于人口更替水平，即平均每名妇女生育2.1个孩子，意味着全球人口的长期减少，或者说人口负增长。联合国的乐观预测认为平均生育率将保持在1995年的水平，也就是每名妇女生育2.35个孩子。我们已经知道这个预测与实际不符。全世界100多个国家中只有几个保持那么高的生育率。谨慎的预测认为未来100年平均生育率将低于2.1的人口更替水平，之后200年内因为某种原因重新回到更替水平。报告暗示，发达国家的生育率完全不可能提高。悲观的预测数字是1.85。今天欧洲所有国家都低于2.0，日本为1.34。即使是「悲观」预测认定的今后200年的生育率，也高于大多数发达国家的当前水平。



400亿
350亿
300亿
250亿
200亿
150亿
100亿
50亿
高预计值
中预计值
低预计值
1950
2000
2050
2100
2150
2200
2250
2300

图5–4　　世界人口长期变动范围预测。联合国对未来300年世界人口前景的3种预计（高、中、低），2000~2300年。

发生了什么事？国家发展了，生育率下降了，每个正在现代化的国家都经历了这个过程。这种普遍的生育率下降被称为「人口转型」。问题在于人口转型没有底线。在发达国家，生育率持续下降。一降再降。看看欧洲和日本（见图5-5），它们的生育率趋近于零。（不是零增长，多年前它们已经达到了零增长，而是零生育。）事实上，多数国家——甚至包括发展中国家，生育率都在下降。世界上有近半数国家的生育率已经低于人口更替水平。

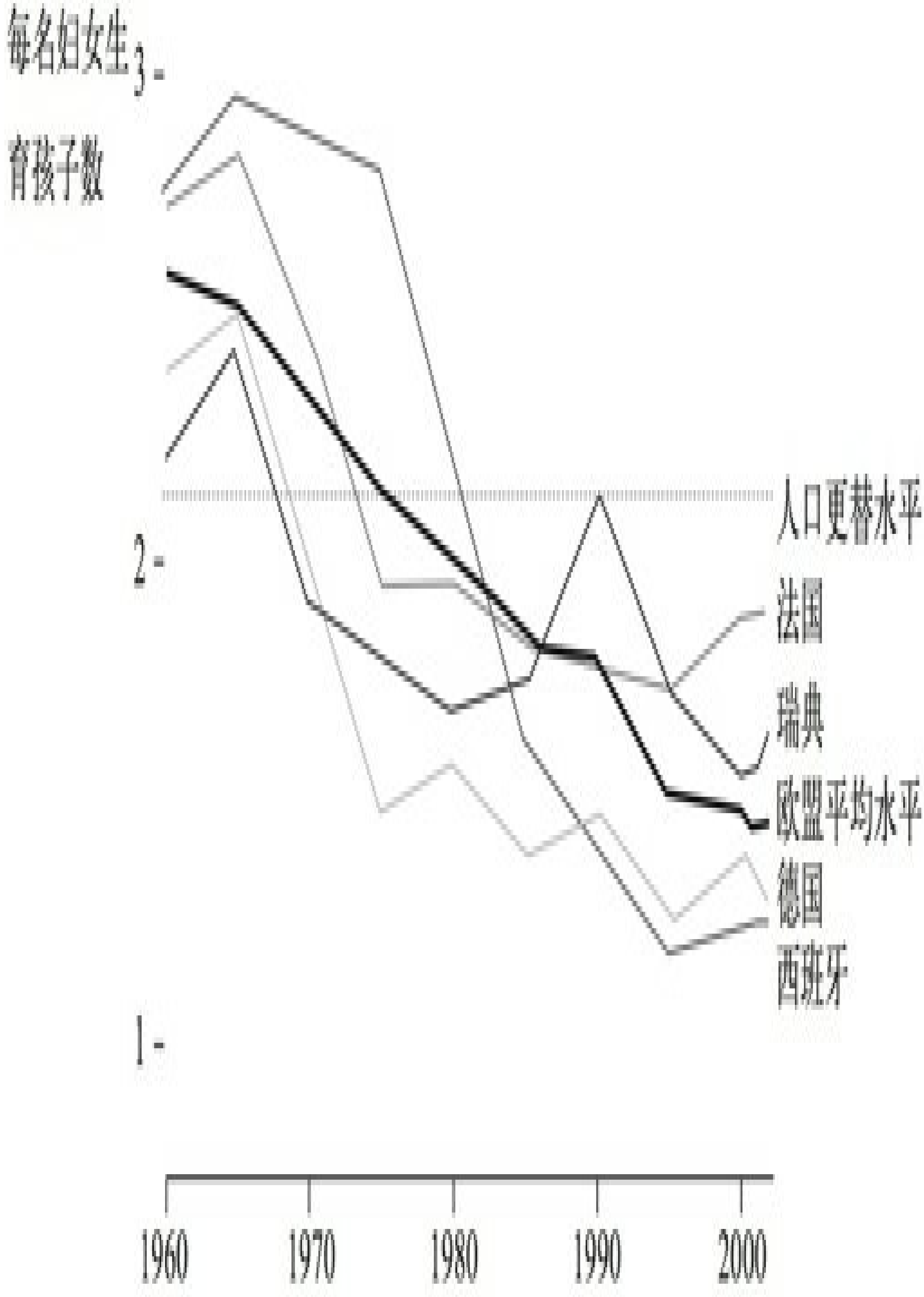

每名妇女生育孩子数
3
2
1
人口更替水平
法国
瑞典
欧盟平均水平
德国
西班牙
1960
1970
1980
1990
2000

图5–5　　欧洲近期生育率。点线是人口更替水平，这是一个群体可以实现人口自我更替的最低生育率。

换句话说，人口增加导致财富增长后，生育率下降，人口减少。这也许是严格控制指数级发展速度的动态平衡反馈机制。也有可能是错误的。

联合国对2300年的前景描绘是可怕的，但是这组300年预测报告的问题是可怕程度还不够。专家推测，即使是最悲观的前景，生育率也不可能低于欧洲和日本这些地区的低生育率。为什么他们这样推测？因为此前从未发生过。可是，这样的繁荣水平自然也从未出现过。迄今为止，所有证据表明，财富增长会降低生育率。如果全球生育率持续降低，发达国家达到每名妇女生育2.1个孩子的人口更替水平以下，发展中国家达到2.3以下，会出现什么情况？更替水平仅仅是维持零增长，也就是保证人口不减少所必需的。2.1的平均生育率意味着很大一部分妇女为了抵消无子女和只有1~2个孩子的妇女造成的损失，不得不养育4个或5个子女。怎样的反文化力量能够促使10亿以上受过教育的现代职业女性生育3个、4个或者5个孩子？你的朋友当中有多少人有4个或者3个孩子？从长远来看，「多生多育」的措施发挥不了作用。

注意，即使长期的全球生育率只比人口更替水平略低，比如1.9，最终也将不可避免地导致世界人口数变为零，因为每年出生的婴儿越来越少。不过我们不必担心人口归零。在人类数量还远未降至零时，门诺教和摩门教将用他们的高生育率和大家族拯救人类。问题是，如果财富增长取决于人口增加，那么连续几个世纪人口缓慢减少时，深层次的科技进步将如何实现？

下面是5种预测前景，分别包含5种关于进步属性的不同假设。

前景1

也许科技使得养育孩子更加容易，或者说花费更少，尽管难以想象科技能以某种方式降低抚养3个孩子的难度。也许社会压力要求维持人类物种，社会重视养育多个小孩。也许机器人保姆改变一切，社会流行家中有两个以上的孩子。设法维持现状不是不可能的。不过即使全球人口稳定，保持固定数量，我们没有先例证明人口不变可以带来进步。

前景2

虽然人类大脑统计数量可能减少，但我们可以发明人造大脑，甚至可以达到数十亿的数量。或许这些人造大脑就足以保持财富增长。要实现这个目标，它们不仅需要产生思想，还需要付诸实践，就像人类那样。既然它们不是人类（如果想要人类大脑，生个宝宝吧），那么这样的繁荣和进步很可能不同于今天的情形。

前景3

要保持社会进步，与其依靠增加人脑数量，不如提升人类平均智力水平。也许在永远在线技术、基因工程或者药物的帮助下，个人大脑的潜力将被释放出来，推动进步。也许我们可以增加自己的注意广度，缩短睡眠时间，延长寿命，消费更多，生产更多，创造更多。数量更少但更加强大的人脑将加速这个循环。

前景4

也许前面的结论全都错了，繁荣与人脑数量增加毫无关联，也许消费对进步毫无帮助。我们只需理解如何在人口越来越少的情况下（同时寿命越来越长）提高生活质量、增加选择机会，就可以了。这是非常不成熟的设想，也是与我们当前体系格格不入的。如果每年能够成为我的潜在读者或客户的人越来越少，那么，除了增加读者或客户，我还必须因为其他原因而进行创造。无增长的经济不可想象。不过更奇特的事件也曾发生过。

前景5

我们的人口突然锐减，只剩下一小部分人，他们不顾一切地疯狂生

育，并走上兴盛之路。世界人口剧烈波动。

如果繁荣仅仅来自人口增长，那么在下一个世纪，进步将自相矛盾地自我减速。如果进步的成因并非人口增长，我们有必要确定它的成因，这样当人口峰值过去后，我们能够继续繁荣。

我将社会进步历程描述为人的意识推动的结果，不过还没有提到这样的关键事实，即人类对能源的使用按照同样的向上曲线而变化。近200年来的加速进步无可置疑的驱动力是指数级增长的廉价丰富的能源。工业时代露出曙光时，社会发展开始起飞阶段，此时恰逢人类发现如何利用煤炭动力来取代——或者说补充——畜力，这绝不是巧合。人们可以观察20世纪的3条上升曲线，即人口、科技进步和能源产量，然后得出结论：人和机器都在使用石油。这3条曲线非常完美地相互对应。

廉价能源的开发是技术元素的重大突破。可是如果发现高密度分布的能源就是掌握了关键知识，那么中国将会是第一个工业化国家，因为在欧洲人之前中国人已经计算出他们丰富的煤炭资源可以燃烧至少500年。廉价能源是巨大红利，但是大量储备能源还不足以推动进步。中国缺乏释放能源的关键科学知识。

假设人类诞生在一个没有矿石燃料的星球。会发生什么情况？仅靠燃烧木柴，文明能取得长期进步吗？有可能。也许高效的木柴和木炭技术优于目前我们所掌握的技术，可以支撑人口增长，使其密度大到足以产生科学。于是，从只用木柴作为能源，发展到发明太阳能板，或者核能，或者任何形式的能源。另一方面，没有科学，漂浮在油海上的文明不会取得任何进步。

社会进步跟随思维进化的步伐，随之而来的是能源产量的同步增长。地球上不难发现的充足而又便宜的能源引发了工业革命和当前科技发展的提速，但首先技术元素需要科学揭开煤炭和石油能量转化的奥秘。在共同进化的舞蹈中，人类思维成为廉价能源的主导者，使之为数量不断增加的人脑提供足够的养分。这催生了更多科技发明，反过来消耗更多的廉价能源。这种自我放大的循环产生了3条上升曲线，分别代表技术元素的3个方面：人口、能源使用和科技进步。

科技进步呈现上升曲线的证据广泛而且深入。这方面的数据汗牛充栋，成百上千的学术论文记录了我们关注的全部事物的实质性进步。这些测量数据的曲线一般指向同一方向：向上。10年前朱利安·西蒙从它们的集合中引出下面这些著名预测：

> 这些是我最重要的长期预测，前提是没有全球性战争或政治动荡：（1）人类寿命会超过现在，年轻人死亡人数下降；（2）世界各地

> 的家庭收入将增加，生活水平提高；（3）自然资源的成本会低于现在；（4）农用土地继续减少，相对于其他经济资产的总价值，它的重要性下降。这4项预测成为现实的可能性非常大，因为历史上各时期出现的完全一样的预测被证明是正确的。

他的理由值得复述：他打赌有一种历史性力量很多世纪以来保持着同样的运行轨迹。

不过，有些专家挥动着三个论点来反驳进步观念。第一，我们自认为正在评估的那些事物完全是错觉。按照这样的思维，我们正在评估的对象是错误的。怀疑主义者看到的是人类健康的大面积恶化和人类精神的迷失，更不用说其他一切事物的退化。但是对社会发展这一现实的任何反驳必须面对一个简单事实：美国的预期寿命从1900年的47.3岁升至1994年的75.7岁。如果这还不是进步的例子，那么什么才是？至少在一个方面，进步不是幻觉。

第二种反对观点认为，进步只有一半是真实的。也就是说，物质方面的进步的确发生了，但重要性没有那么大。无形的事物，例如有意义的幸福感，才是重要的。意义很难度量，因此也很难改善。迄今为止我们可以量化的任何事物长期来看都在进步。

第三种观点是现在最常见的。该观点认为，物质进步是事实，但付出的代价太大。面对现在更加美好的生活，进步观念的批评者会赞同人类的状况确实在不断改善，但这是通过以不可持续的速度破坏和消耗自然资源实现的。

我们应该严肃对待这种观点。进步是事实，而进步导致的负面后果也是事实。科技造成了严重的环境破坏，但这种破坏不是科技的内在元素，现代科技不一定产生这样的破坏。当现有技术造成负面后果时，我们可以研发更好的技术。

「如果我们保持现有模式，就很难维持生存，」科普作家马特·里德利（Matt Ridley）说，「可是我们不会这么做，绝不。我们总是改变，总是大幅提高物质——能源、资源等——使用的效率。我们只利用陆地就能供养世界。如果像过去那样成为渔猎采集者，我们需要大约85个地球才能供养60亿人。如果回归早期刀耕火种的农业生活，养活人类需要整个地球，包括所有海洋的资源。如果延续1950年时不需要太多化肥的绿色耕作方式，我们需要世界陆地面积的82%作为耕地，而不是现在的38%。」

我们不会一成不变。我们处理明天的问题，用的不是今天的工具，而是明天的工具。这就是我们所说的进步。

明天也会有问题，因为进步不代表乌托邦。人们很容易把进步主义

误解为乌托邦理想，因为除了乌托邦，不断增加的永无止境的进步还能发生在哪里？遗憾的是，这种误解混淆了方向和目标。科技尽善尽美、不受玷污的未来是达不到的，而作为机会持续增加这一过程的终点，未来不仅是可以达到的，而且正是我们现在前进的方向。

我更欣赏生物学家西蒙·康韦·莫里斯的总结：「进步不是绝对乐观主义者制造的某种有害副产品，它就是我们实际生活的一部分。」进步是实实在在的。创造物质世界的可能是能量流和无形思维的扩张，而进步则是物质世界的重构。虽然现在是人类在推动进步，但这个重组过程很久之前就开始了，其形式为生物进化。

1. 拉比是犹太教祭师的称呼。——译者注

第六章 注定的发展方向

专家导读

这是全书最为激动人心的一章。

从这一章，可以领略思想家是如何遵从内心的呼唤，捕捉生物进化中「不大可能的必然事物」，描绘被正统进化论忽略了的必然趋势。

凯文·凯利的立场十分鲜明，「进化，乃至技术元素，遵循由物质和能量的本质决定的固有方向」。

这一「固有方向」仿佛有意地将生物引导到一个高度复杂的、精巧的方向，比如眼睛、翅膀、双足、回声定位系统，以及蚂蚁、蜜蜂、啮齿动物和哺乳动物的互助行为。更重要的是，这种「趋同进化」是跨物种的。

在传统进化理论看来，物种的内部变异力量，受到外部环境压力和选择的引导，其结果呈现出适应性和偶然性。进化的必然性，在传统进化理论中毫无立足之地。

通过汇聚现代生物学、考古学的最新发现和前沿观点，凯文·凯利认为，「必然性是外熵性质的力量，是像进化中的生命一样复杂的系统自发形成的自组织」。

用作者的话说，就是坚信「生命的机器化和机器的生命化」（参见《失控》一书），是未来世界的进化方向。通过审视数十亿年自然与生命纷繁复杂的进化岁月，那一条条长长的、依稀可辨的轨迹表明，「看起来进化似乎想要创造某些构造」。

对凯文·凯利来说，作为生命的第七王国，技术元素已经深深地卷入、参与到智人的进化轨迹当中，自组织进程不但发生在生物界，而且在技术元素的王国里也悄然发生、发酵、演化，并与人类文明进程紧密相连、相互交织。

那么，技术元素进化的固有趋势是什么呢？这是接下来将要探讨的重大问题。也是理解本书核心思想的关键。

作为第七生命王国，技术元素目前正在放大、扩展并加速在漫长岁月里推动生物进化的自组织进步。我们可以认为技术元素是「加速的进化」。因此，为了看清技术元素的发展方向，我们需要分辨进化本身的走向和促使它向该方向前进的动力。

现在的正统教科书认为生物进化过程是宇宙的随机运动，本章的观点正好相反。进化，乃至技术元素，遵循由物质和能量的本质决定的固有方向。该方向使生命的形成具有若干必然性。这些普遍的趋势还渗入了科技的产生过程，这表明技术元素的某些方面也是不可避免的。

为了追踪这条轨迹，我们必须回到起点：生命的起源。就像机器人制造自己一样，40亿年前我们所知的生命构造也在缓慢地自我组合。从这种看似不可能的自我创造之后，生命进化出数以亿计不可思议的生物。可是它们到底如何不可思议？

当查尔斯·达尔文研究自然选择理论时，眼睛给他制造了麻烦。他发现很难解释眼睛如何逐渐进化，因为视网膜、晶状体和瞳孔构成的整体看起来如此完美，缺少任何部分都会导致眼睛完全丧失功能。当时达尔文进化理论的批评者认为眼睛是一个奇迹。可是按照定义，奇迹只发生一次。达尔文和他的反对者都没有注意到这一事实：像照相机一样的眼睛进化次数不止一次——尽管它似乎是奇迹，在地球生命发展历程中它进化了6次。人们在某些章鱼、蜗牛、海洋环节动物、水母和蜘蛛身上也发现了「生物照相机」非凡的光学构造。这6种无关联生物有一个生活在遥远过去、无视觉的共同祖先，因此它们都因为独立进化出这样的奇迹而受到人类的赞叹。6种形式的眼睛都是令人吃惊的成就，毕竟，人类用了数千年时间才制造出第一块可用的人造相机镜头。

但是，6次独立自我组装「相机镜头」是否代表着最大程度的不可能性，就像抛掷600万次硬币，全部都是正面朝上？或者说，眼睛的多次创新是否意味着它是自然形成的吸引进化的漏斗，就像山谷底部的井吸引水一样？还有另外8种眼睛，每一种都不止进化一次。生物学家理查德·道金斯估计，「整个动物王国中眼睛独立进化的次数在40~60次之

间」，他因此宣称，「生命——至少是我们理解的地球生命——几乎迫不及待地要进化眼睛。我们可以肯定地预测，一个关于（进化）模拟演示的统计样本将以眼睛结束。而且不只是笼统的眼睛，还可以分为昆虫、对虾或三叶虫所具有的复眼，以及与人类和乌贼类似的照相机一样的眼睛……有如此多的方法创造眼睛，我们已知的生命完全可以找到所有方法」。

是否存在某些结构、某些自然形态，经常引导进化的前进方向？这个问题和技术元素关系密切，因为如果进化表现出向普适性解决方案发展的趋势，那么作为进化的加速延伸，科技也会这样。最近几十年，科学家发现，复杂的自适应系统（进化是其中一个例子）往往会融入（其他所有因素相同的情况下）几种再现模式中。这些模式没有出现在系统内部，因此其表现出的结构被认为既是「自发的」，又受到作为整体的复杂自适应系统的控制。由于同样的结构会重复出现，就像洗衣机脱水桶中的水突然出现涡流，似乎是凭空出现的，因此这些结构也可以被视为必然的。

地球生命不断重演此类相同的现象，生物学家整理出了一份记录这些现象的越来越长的表单。他们无法确定该如何处理这些奇怪的状况。但是有几位科学家相信这些反复出现的创新是生物界的「多重旋涡」，或者说在进化的复杂互动过程中产生的类似模式。人们估计地球上的3000万种物种每小时进行数百万次的试验。它们不停地生育、争斗、杀戮或者互相改变。除了彻底的重组，进化还不断汇聚生命树庞大分枝上的相似特性。这种对重现结构的向往被称为「趋同进化」。不同物种间的血统在分类学上距离越远，趋同性就越令人印象深刻。

旧大陆灵长类动物与它们的远亲新大陆猴类相比，具有全色视觉，但嗅觉没有那么灵敏。新大陆的这些猴子——蜘蛛猿、狐猴和绒猴——都有非常敏锐的嗅觉，但是缺乏三色视觉。吼猴是一个例外，它们与旧大陆灵长类相似，有三色视觉和不灵敏的鼻子。吼猴和旧大陆灵长类的共同祖先非常古老，因此吼猴独立地进化出三色视觉。通过检测全色视觉的基因，生化学家发现吼猴和旧大陆灵长类都使用调制到相同波长的受体，在3个关键位置具有完全相同的氨基酸。还不只这些，二者嗅觉弱化的成因都是同样的嗅觉基因受到抑制，按照同样的序列关闭，细节也相同。「当类似的约束力共同作用时，类似的结果就会出现。进化显然是可以重现的。」基因学家肖恩·卡罗尔（Sean Carroll）说道。

进化可复制的观点引起了很大争议。可是既然趋同性不仅给生物学带来巨大冲击，而且强烈暗示了技术元素也存在趋同性，那么分析关于其本质的进一步证据就是值得的。根据不同人对「独立」概念的理解，

被记录在案的独立的趋同进化的例子有数百个，而且还在增加。任何这样的名单必然会包括鸟类、蝙蝠和翼龙（恐龙时代的爬行动物）扑翼的3次进化。这3类动物谱系最后的共同祖先没有翅膀，表明它们各自独立地进化出翅膀。尽管在分类学上相距甚远，这3类动物的翅膀在结构上明显相似：皮肤伸展，紧连在多骨的前肢上。回声定位的导航方法经历过4次进化：蝙蝠、海豚和两种穴居鸟类（南美夜莺和亚洲金丝燕）。双脚在人类和鸟类中重复出现。防冻化合物在银鱼身上进化两次，一次在北极，一次在南极洲。通过进化，蜂鸟和蜂鸟蛾能够围绕花朵盘旋，通过一根细管吮吸花蜜。恒温特性进化次数大于1。双目视觉在分类差异很大的动物身上进化过很多次。珊瑚的近亲苔藓动物在4亿年时间里6次进化出独具特色的螺旋状群落。蚂蚁、蜜蜂、啮齿动物和哺乳动物进化出互助行为。植物王国中相距很远的领域分别进化出食虫物种——为了获取氮物质而吃虫。分类不同的多汁树叶进化了许多次，喷射液体的能力进化两次。多种鱼类、软体动物和水母独立进化出用于游泳的浮力气囊。在昆虫王国，扑翼由绷紧的薄膜覆盖在骨架上构成，中间经历了不止一次进化。尽管人类运用技术开发出固定翼和旋翼飞行器，但我们还没有制造出可靠的扑翼飞行器。不过，固定翼滑翔者（飞行松鼠、飞鱼）和旋翼滑翔者（多种植物种子）也进化了若干次。事实上，3类啮齿动物滑翔者物种也显示出趋同性：飞行松鼠、鼠袋鼯和蜜袋鼯，后两种均产自澳大利亚。

澳大利亚大陆在地质时期发生了独立的板块漂移，使之成为平行进化的试验室。在澳洲，多个例子表明有袋类动物与旧大陆的有胎盘哺乳动物相似，甚至在过去也是如此。在已经灭绝的有袋剑齿虎和剑齿虎化石上，都发现了剑齿。有袋狮长着猫科动物一样的可缩进的爪子。

人类标志性的远亲恐龙独立地发展出若干新特性，与我们共同的脊椎动物始祖相似。除了翼龙和蝙蝠相似以外，流线体形的鱼龙和海豚、沧龙和鲸都有相似之处。三角龙的嘴与鹦鹉、章鱼和乌贼的嘴类似。外形像蛇的鳞脚蜥科与后来的蛇一样没有脚。

不同谱系在分类学中位置越近，趋同性就越普遍——但重要性越低。青蛙和变色龙独立进化出速射型「舌叉」，可以在一定距离外捕捉猎物。主要的3类蘑菇各自进化而成的物种都会结出黑色、浓密、像松露一样的地下果实；仅在北美，蘑菇种类超过75类，包括松露，其中有许多是独立进化的。

对某些生物学家来说，趋同性的出现不过是统计学上的新鲜事，就像遇到别人名字和出生日期与你相同。的确古怪，但那又如何？如果有足够多的物种和时间，你也一定会遇见两个形态碰巧相似的物种。但是

相似特性实际上是生物学法则。大多数相似点是不可见的，只出现在近缘物种间。近缘物种自然共享某些特性，而非近缘物种的相似特性较少，因此非近缘物种的同源性更有价值，更值得注意。不管怎样，生命用过的大多数方法不止一种有机体使用，也不止一个门类使用。没有被自然界重复使用的特性才是罕见的。理查德·道金斯对博物学家乔治·麦加文将只发生过一次的进化命名为生物「创新」提出质疑，麦加文能够收集的只有很少的例子，如投弹手甲虫，它在需要时可以混合两种化学物质，向敌人射出毒液；还有潜水钟蜘蛛，通过水泡呼吸。同时发生的独立创新似乎是自然界的法则。我将在下一章中论述，同时发生的独立创新似乎也是技术元素的法则。在自然进化和科技进化这两个领域，趋同性导致必然性。必然性引起的争议甚至比可复制性还要大，因此需要更多的证据。

回到重复进化的眼睛这个话题。视网膜上有一层专用蛋白质，用于执行感光的工作。这层蛋白质被称为视网膜紫质，将射入光的光能转化为活跃的电信号，沿着光学神经传送。构成视网膜紫质的古老分子不仅出现在照相机似的眼睛视网膜上，在低等蠕虫的大多数无透镜原始眼点上也能找到。这种分子在动物王国随处可见，因为性能很好，所以无论在哪里发现，其结构都相同。它可能数十亿年保持不变。其他若干种与之竞争的光敏分子团（例如隐花色素），在效率或者耐久性方面有所欠缺，这表明经过20亿年的视觉进化后，视网膜紫质确实是自然界可以找到的最佳感光分子。不过令人惊讶的是，视网膜紫质是又一个趋同进化的例子，因为在遥远的过去它曾经分别在两个独立物种王国中进化，一次是太古代细菌，一次是真菌。

这一事实让我们震惊。可能存在的蛋白质链数量是个天文数字。组成所有蛋白质「单词」的字母表包含20种基本符号（氨基酸），这些单词平均下来估计有100个符号——或者说100个「基」——那么长。（实际上，很多蛋白质链要长得多，不过对于本次估算，100足矣。）进化能够产生（或发现）的可能蛋白质链总数是100^{20}，或者10^{40}。这意味着可能存在的蛋白质链数量比宇宙中的恒星还要多。让我们来作简化处理。因为100万个氨基酸「单词」中只有1个合成为功能型蛋白质，我们可以大规模减少数量，并假定潜在的功能型蛋白质数量等于宇宙的恒星数量。找到特定的蛋白质就等同于在广袤太空随机寻找特定恒星。

按照这样的类比，进化经过连续跳跃后发现了新蛋白质（新恒星）。它从一个蛋白质链跳至「邻近的」相关链，接着到达下一个新型链，如此反复，直至抵达某种极不相同的独一无二的蛋白质链，此时已

距离起点很远，就像人们在星际间跳跃，远行至另一个恒星。可是在一个像我们的宇宙那么大的空间里，经过上百次随机跳跃，在某个遥远星球上着陆后，绝无可能重复同样的随机过程而再次完成相同的过程。从统计学意义上说是不可能的。然而进化对视网膜紫质却做到了。在生命宇宙的所有蛋白质星球中，进化两次发现这种数十亿年从未改良的蛋白质。

这种「两次击中」的不可能事件在生命领域不断发生。进化学家乔治·麦吉在论文《趋同进化》（Convergent Evolution）中写道：「鱼龙或海豚形态的进化并不是无关紧要的。应该这样描述才正确：它完全称得上奇迹，一群陆生四足动物，具有完整的四肢和尾巴，可以使肢体和尾巴退化成像鱼那样的鳍。如果不是完全不可能，至少可能性非常小，不是吗？而这在爬行动物和哺乳动物——两种谱系不是很近的动物——身上重复发生了两次。要寻找它们的共同祖先，就必须回到石炭纪这样古老的年代。这说明，它们的基因传承非常不同。虽然如此，鱼龙和海豚都有独立再进化的鳍。」

是什么引导这种不太可能的现象发生了？如果说这同一种蛋白质，一种「偶然」出现的形态，进化了两次，那么这一过程的每个步骤显然不可能是随机的。这些相似旅程的主要引导因素是它们的共同环境。太古代细菌的视网膜紫质和真菌的视网膜紫质，以及鱼龙和海豚，都漂浮在同样的海洋环境中，都拥有自适应产生的优势。就视网膜紫质的例子而言，因为包围原始分子的浆液基本相同，自然选择压力往往有助于每次朝同样的方向跳跃。实际上，环境生态位的匹配常被用于解释趋同进化出现的原因。不同大陆的干燥沙漠都出产大耳朵、长尾巴、蹦蹦跳跳的啮齿类动物，这是因为气候和地形塑造了一系列相似的压力和优势。

这个例子没问题，可是为什么不是世界上所有相似的沙漠都生活着袋鼠和跳鼠？为什么不是所有沙漠啮齿动物都是袋鼠的其他版本？正统的答案是，进化是偶然性很大的过程，随机事件和运气会改变进程，因此即使在类似的环境中，也很少产生同样的形态结果。偶然性和运气的影响力在进化过程中如此巨大，以至于趋同事件这样的奇迹出现了。可能存在的形态由生命分子、发挥核心作用的随机变异和成形过程中的染色体片段缺失诸因素合力构成，根据这些可能形态的数量，从独立源头发展而来的有效趋同现象应该像奇迹一样罕见。

但是，上百甚至上千独立的有效趋同进化表明还有其他因素在发挥影响。某种力量推动进化的自组织过程向重现事件运动。一种与自然选择的抽签方式不同的动力驾驭进化过程，导致它可以不止一次地到达不太可能的远方目的地。这不是超自然力量，而是基础性动力，其核心就

像进化本身一样简单。同样是它，将趋同性注入科技和文化。

进化受到两种压力驱使，产生某种必然的重现结构：

1. 几何和物理法则施加负面约束，限制生命机会的范围。
2. 相关联的基因和新陈代谢路径所构成的自组织复合体施加的正面约束，产生几种重复出现的新机会。

两种动力为进化指明新方向。它们还会继续在技术元素领域共同发挥作用，为技术元素的发展过程提供必然性。请允许我依次阐述它们的影响，从化学和物理法则塑造生命——乃至人类意识在技术元素领域的创新——的方式开始。

植物和动物呈现令人眼花缭乱的体形多样性。昆虫可能体形微小，例如虱子，也可能庞大，例如鞋子般大小的有角甲虫；红杉高达100米，而小型高山植物可以装进套管里；体形硕大的蓝鲸有如海船，小型变色龙只有1英寸长。可是每个物种的大小不是随意形成的，它们符合某种尺寸比例。令人吃惊的是，动植物的尺寸比例是个常量，它是由水的物理法则确定的。细胞壁的强度由水的表面张力决定，这反过来决定了躯体——任何可能形式的躯体——密度始终对应的最大长度。这些物理法则不仅在地球上而且在全宇宙发挥作用，因此我们可以预期：任何水基有机体，不论何时进化，不论进化终点在何处，都会趋向这个宇宙通行的尺寸比例（根据当地重力有所调整）。

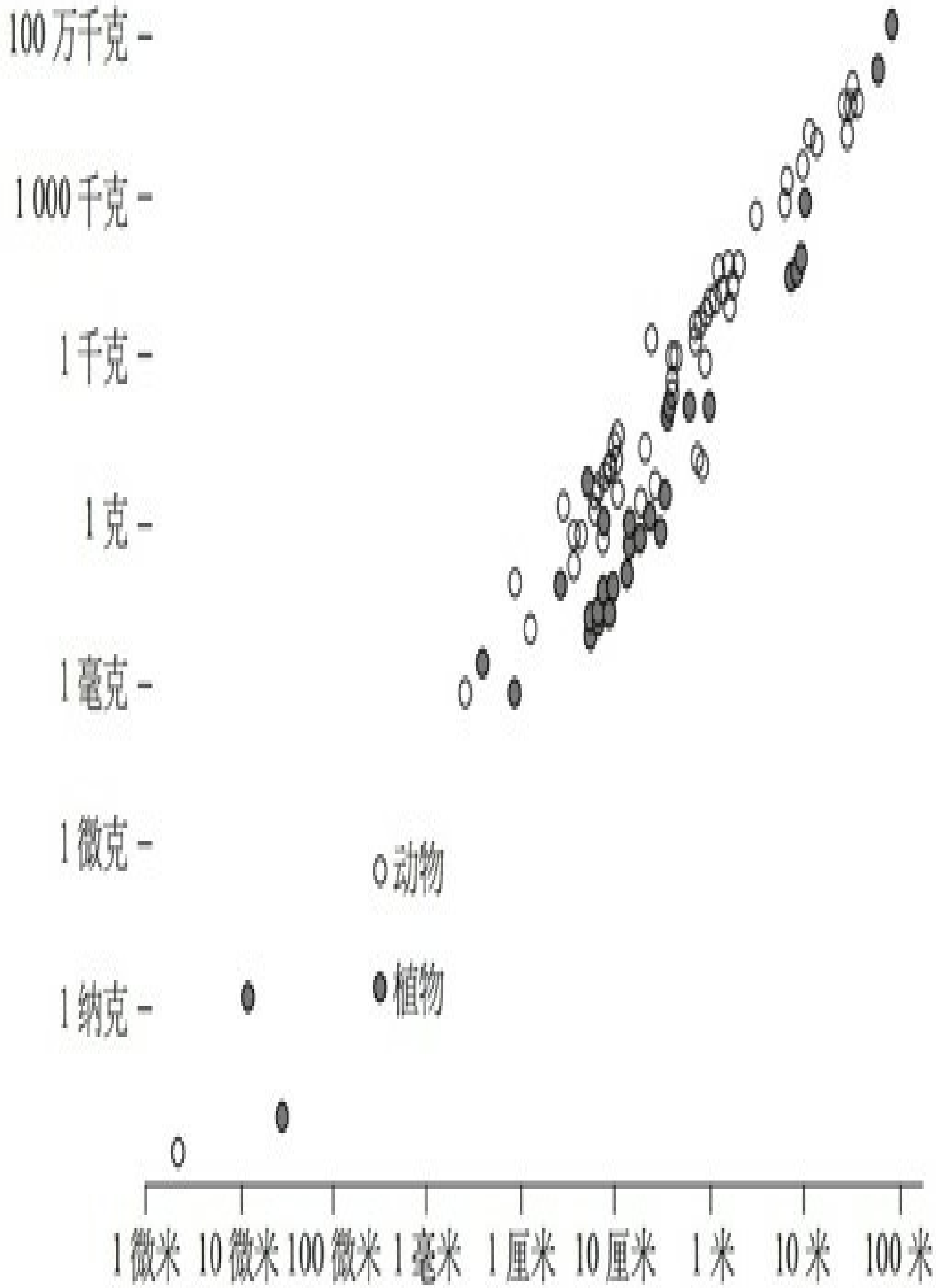

100 万千克
1 000 千克
1 千克
1 克
1 毫克
1 微克
1 纳克
动物
植物
1 微米
10 微米
100 微米
1 毫米
1 厘米
10 厘米
1 米
10 米
100 米

图6–1 生物尺寸比例。动植物有机体质量和长度的比例是常量。

生命的新陈代谢同样受到约束。小型动物生命快速流逝，很早就会死亡。大型动物生命悠长。动物的生命速度——细胞燃烧能量的速度、肌肉收缩速度、怀孕周期和成熟周期——显然与生命周期和体形大小成比例关系。新陈代谢速度和心率与动物的重量成比例。这些常量产生于物理学和几何学基本法则，以及能面（肺部表面、细胞表面和体液循环量等）最小化的天然优势。与大象相比，老鼠的心脏和肺部跳动很快，尽管如此，二者一生中心跳和呼吸次数一样。似乎上帝给哺乳动物分配了15亿次心跳，并告诉它们想用就用。体形很小的老鼠在前面快速奔跑，它的生命就是大象生命的快进版。

在生物学领域，新陈代谢速度恒定的最典型例子是哺乳动物，但研究者最近发现相似的法则作用于所有的植物和细菌，甚至各种生态系统。稀疏的寒带海藻群落可以被视为心脏恒温动物的慢动作版本。植物或生态系统中每千克物质包含的能量（或者说能量密度）与新陈代谢所需能量相当。很多生命参数——动物孵卵所需时间、成片森林形成速度以及DNA变异速度——似乎都符合普遍的新陈代谢比例法则。「我们发现，尽管生命的多样性不可思议——从西红柿树到变形虫再到鲑鱼，但如果以体形大小和温度作为参考依据，这些（新陈代谢）中有很多在速度和时间上明显相似。」发现这条法则的研究人员詹姆斯·吉鲁利和杰弗里·韦斯特说道。他们认为，「新陈代谢速度是基本的生物速度」，是包括能量在内的「宇宙钟」，是所有形式的生命运动的速度。对任何生物而言，这口钟都是不可避免的。

还有一些物理常量在生物界也是普适的。几乎所有类型的生物都具有两侧对称性（左边和右边互为镜像）。这种基本的对称性似乎产生了多层次的自适应优势，包括更卓越的运动平衡性、有先见之明的冗余（一切事物至少都有两个！）以及基因代码的高效精简（只要复制一边的代码）。其他几何结构不过是运用简单有效的物理学常识，例如管状结构给植物、动物（肠就是这样的结构）和腿部输送营养。一些重复出现的构造，例如树枝和珊瑚枝的展开或者花瓣的旋涡状排列，都是基于生长的数学原理。它们的再现是因为数学是永恒的。地球上所有生物都以蛋白质为基础，细胞内蛋白质的折叠和展开方式决定了该生物的特性和行为。生化学家迈克尔·登顿和克雷格·马歇尔论述道：「蛋白质化学领域的最新进展表明，至少有一类生物结构——即基本的蛋白质折叠——是由导致晶体和原子形成的类似的物理法则决定的。这些法则使每种生物在其外形下面具有统一的理想结构。」作为引发生命多样性的基本分子，蛋白质最终也要受制于一组数量有限的重现法则。

如果制定一份包含一切地球有机体的全部物理特性的大型电子表格，我们会发现很多空白处，这是为那些逻辑上「可能存在」但实际上不存在的有机体留出来的。这些替补生物服从生物和物理法则，可是从未出现过。这种「可能存在」的生命形式也许包括哺乳蛇，（为什么没有？）以及飞行蜘蛛或陆生乌贼。事实上，如果现有动植物圈发展时间足够长，人类不予干涉，地球上仍有可能进化出上述动物中的某些种类。这些推测出的生物听起来完全可信，因为它们具有趋同性，重新采用（但是重组）了整个生物圈反复出现的形态结构。

艺术家和科幻小说家幻想其他遍布生物的星球时，虽然尽力跳出地球约束的思维框架，但是他们想象的很多有机体还是保留了地球上看到的生命形态。有人会将这种现象归因于缺乏想象力：我们总是惊讶于海底最深处发现的奇异生物，那么其他星球上的生命也应该充满神奇。包括我自己在内的其他人赞同，我们会感到惊奇，但是考虑到「可能存在」的生命形式——这个巨大的想象空间包含了原子经排列后组成有机体的所有可能方式，我们在另一个星球上找到的只会是可能存在的生物的很小部分。其他星球上的生命是否令人惊讶，取决于它与我们已经熟悉的形态发生怎样的联系。因为视网膜色素层研究而获得诺贝尔奖的生物学家乔治·沃尔德对美国国家航空航天局讲述道：「我告诉学生们：在这里学好生物化学，将来可以通过在大角星举行的考试。」

DNA结构所受到的物理约束最明显。DNA分子如此不同寻常，称得上独树一帜。每个学生都知道，DNA是独特的双螺旋链，可以轻松压缩和解压，当然，还可以自我复制。不过，DNA也可以展现为平板、互锁环甚至八面体结构。某些巨型蛋白质链负责塑造人体组织和肌肉的物理特性，分子中独一无二的体操健将DNA充当复制这些巨型蛋白质链的动态模板，这个过程依次通过互动形成庞大的复杂生态系统。从这个无所不能的准晶体开始，带着所有意想不到的外形，生命向前跳跃式发展，呈现出令人生畏的多样性。沿着DNA极细小的古老螺旋发生的微妙重组，令世间诞生出20米高、四处游荡、神态威严的蜥脚类恐龙，像宝石一样的绿色闪光蜻蜓，冰清玉洁的白色兰花花瓣，当然，还有复杂的人脑。一切都来自这个小小的准晶体。

如果我们承认除了进化没有超自然力量发生作用，那么所有这些形态——还会有更多——某种意义上一定被包含在DNA结构中。还能来自哪里？各类橡树的细节特征和未来的橡树物种是先天决定的，以某种形式存在于第一颗橡子的DNA中。此外，如果我们承认进化之外没有超自然力量发生作用，那么人类大脑——都是同一粒始祖细胞的后代——的代码也一定暗含在DNA中。如果大脑是这样的话，那么技术元素呢？空间

站、聚四氟乙烯和互联网是否也溶解在染色体组中，只为了此后在长期的进化过程中沉淀成形，正如数十亿年后橡树最终显现为目前的形态？

当然，单独研究这种分子完全无法揭示物种的多姿多彩：我们徒劳地在DNA的螺旋梯中寻找长颈鹿。但是我们可以搜索用来替代的「橡子」分子，作为一种工具再现DNA的展开过程，观察在DNA之外是否存在其他力量可以产生同样的多样性、可靠性和可进化性。一些科学家在实验室寻觅DNA替代物，方法包括设计「人造」DNA、合成与DNA类似的分子以及构建全新的生物化学系统。发明DNA替代物有一系列实际理由（例如，创造可以在太空工作的细胞），可是至今还缺乏具备DNA的多功能性和智慧的替代物。

为了满足对DNA替代分子的需求，第一个显而易见的方法是将略作改动的碱基对置换到螺旋中（想想DNA螺旋梯的不同梯级）。K·D·詹姆斯（K. D. James）和A·D·埃林顿（A. D. Ellington）在合著的《生命起源和生物圈进化》（Origins of Life and Evolution of the Biospheres）中写道：「根据碱基对替换计划开展的试验表明，目前存在的嘌呤组和嘧啶组（标准的碱基对类型）很多方面达到最优……非自然形成的经过试验检测的核酸类似物已被证明大多数无法自我复制。」

当然，科学领域有很多起初被认为不大可能、不合情理或完全不可能的发现。至于自组织生命的例子，由于我们对它的全部了解是基于数量只有1——就是地球——的样本（只在有限范围内），因此我们在归纳替代物时需要特别谨慎。

可是化学就是化学，在宇宙任何地方都不会改变。碳元素位于生命的核心，因为它的化学活泼性很强，具有很多连接其他元素的「钩子」。它和氧元素关系非常融洽。碳容易氧化，成为动物的燃料，也容易被植物的叶绿素脱氧（减少氧元素）。自然而然，它成为由极不相同的超大分子构成的长链的支柱。硅，碳的同位素姐妹，是制造非碳基生命形式的最有可能的候选替代者。硅与其他元素的结合也是多种多样，而它在地球上的储量超过碳。当科幻小说作家幻想其他生命形式时，经常以硅作为生命基础。但在现实生活中，硅存在几个重大缺陷。它不能与氢结合成链状结构，这限制了其衍生物的大小。硅硅结合在水中不稳定。硅「吸入」氧后，「呼出」的是矿质似的沉淀物，与气体状的二氧化碳不同。这使得它很难散开。硅基生物可能呼出的是坚硬的沙粒。基本上，硅创造干燥的生物。如果没有液态母体，难以想象如何向四周运送复杂分子，以实现互动。也许硅基生命住在炽热的世界，在那里硅酸盐都能熔解。也有可能母体是温度极低的液态氨。但是，与浮在未冰冻液体的表面并与之分离的冰不同，冷冻的氨会下沉，使得整个海洋都被

冻住。这些担忧不是假想出来的，而是建立在制造碳基生命替代物的试验基础上。迄今为止，所有证据都表明DNA是「完美」的分子。

人类的聪明大脑可以构想出新的生命基础，然而发现可以自我创造的生命基础却是更高等级的事务。实验室制造出来的潜在的合成生命基础也许有足够的活力，可以在野外存活，但不能通过自组织方式形成。如果你可以不再要求自组织诞生形式，就能跃进至各种从未独立进化的复杂系统。（这实际上是大脑的「工作」：产生某些类型的复杂事物，这些事物是进化的自我创造过程不能产生的。）机器人和人工智能不需要从富含金属的岩石中自组织形成，因为它们是人类制造的，而不是自然产生的。

然而，DNA的确需要自组织。到目前为止，关于这种强大的生命核心最引人注目的事情是：它自己组装自己。在太空中，甚至在各星球的土坑里，可以轻而易举地找到最基本的碳基分子——例如甲烷和甲醛。我们尝试过用各种非生命条件（闪电、高温、暖池、冲撞、冰冻/解冻）来刺激这些像乐高积木一样的分子搭建成8个作为RNA和DNA成分的糖分子，可是所有条件下生成的糖都达不到维持存在所需的最小数量。制造其中一种糖——核糖（即RNA中的R）——的所有已知途径是如此复杂，以至于在实验室中难以复制，在野外再现（一定程度上）更是不可想象的。这还仅仅是处理8种基本前驱体分子中的一种。大量培养其他不稳定化合物、使之能够自我繁殖的必要条件——可能相互矛盾——还没有发现。

可是我们遇见过成功案例，因此我们知道可以找到这些特殊路径，至少一条。不过，数条并行工作的路径同时畅通的情况是极难出现的，这意味着，也许只有一个分子可以穿过这个迷宫，自我组合它的大量片段，自我复制曾经出现的结构，然后从这个起点释放出我们见识过的地球生命的难以置信、令人叹为观止的丰富多彩和生机勃勃。找到一种分子可以自我复制并且孕育数量前所未有的复杂生物，这还不够。也许的确存在多种通过化学反应产生的神奇细胞核可以满足要求，但找到无所不能而且可以自我繁殖的分子，是一项挑战。

迄今为止，没有任何竞争者可以发挥那种魔力，甚至连达到近似程度的都没有。这就是西蒙·康韦·莫里斯把DNA称为「宇宙中最奇特的分子」的原因。生化学家诺曼·佩斯（Norman Pace）认为，也许存在一门「宇宙生物化学」，以这个最引人注目的分子为研究基础。他推测：「看起来有可能任何地方生命的基本积木都与我们相似，如果不是细节上，至少在总体上是这样。那么，20种氨基酸就是想象得到的最简单的碳结构，可以传送生命体的功能分子团。」将乔治·沃尔德的话改一

下：要研究外星人，请研究DNA。

关于DNA无与伦比（也许在全宇宙都无与伦比）的能力，还有一个证明。两位分子生物学家——斯蒂芬·弗里兰（Stephen Freeland）和劳伦斯·赫斯特（Laurence Hurst）——通过计算机在模拟的化学世界中生成随机基因代码系统（DNA的等同物，但不包含DNA）。由于所有可能的基因代码的组合集已无法用宇宙时间衡量，难以估算，研究者从中抽取了一组子集样本，重点关注那些被归类为可以在化学环境中存活的样本点。估计有2.7亿可存活替代物，他们研究了其中的100万种变体，按照在模拟环境中使误差最小化的能力给对应的代码系统分级（好的基因代码可以精确无误地复制）。经过100万次电脑计算后，基因代码的评估效率值构成了典型的钟形曲线。曲线一端是地球的DNA。在100万个可选基因代码当中，目前的DNA结构是「所有可能代码中最优良的」，他们总结道，即使并非完美，至少是「百万里挑一」。

叶绿素也是一种奇特的分子。它在地球上无处不在，虽然没有达到最优化。太阳光谱辐射强度在黄色波段达到高峰，而叶绿素的最佳吸收区域为红区和蓝区。按照乔治·沃尔德的评论，叶绿素具有「三重能力」，即强大的吸光能力、存储捕捉到的能量并传递给其他分子的能力和转化氢以减少二氧化碳的能力。这样的能力使得叶绿素在喜光植物的进化过程中发挥关键作用，「尽管它的吸光区域存在缺陷」。沃尔德继续推断，这种非最优化证明没有更好的碳基分子可以将光转化为糖，因为如果有的话，难道几十亿年的进化还不能将它创造出来吗？

我在谈论趋同性时，提到了视网膜的最优化以及叶绿素的非最优化，似乎自相矛盾。我认为效率等级不是核心问题。对于这两种情况，缺少替代物才是它们具有必然性的最强有力证明。在叶绿素的例子中，虽然它不完美，但是几十亿年间没有替代物出现；在视网膜的例子中，尽管有一些次要的竞争者，可是同样的紫质分子两次出现在眼睛这个领域——没有紫质分子，这将是巨大的空白区域。进化一次又一次地求助于几个有效的解决方法。

无疑，未来某一天会有非常聪明的实验室研究者开发出替代有机体DNA的生命基础，能够开凿出新生命之河。合成生命基础在获得巨大的加速度后，也许会进化出各类新生物，包括有意识的生物。然而，这样的替代生命系统——不论是硅基、碳纳米管还是黑云的气态核注——自身具有由嵌在原始种子内部的约束力引导的必然性。它不是万能的，但可以进化出多种现有生命本源无法创造的生命类型。有些科幻小说作者戏谑地推测，DNA本身也许就是这样的人造分子。毕竟，它聪明地实现了最优化，而且它的起源仍然非常神秘。也许，是身着白色实验服的超级

智慧生命巧妙地设计出DNA，并将它发射到宇宙，使之数十亿年如一日地在荒芜的星球上自然播种？我们不过是这个原始基因混合体长出的众多幼苗中的一株。这种虚构的园艺工程也许可以解释很多现象，但是不能消除DNA的独特性，也无损于DNA在地球上的进化路径。

物理、化学和几何约束从生命诞生那一刻起就在施加控制，甚至延伸到技术元素领域。「生命的一切基本形式构成有限的自然形态集，这些形态在宇宙中任何存在碳基生命的地方都会再三重现。」生化学家迈克尔·登顿和克雷格·马歇尔宣称。进化当然不可能创造出所有可行的蛋白质、喜光分子、附属器官、运动方式和外形。生命不是在所有方向上都无边无际、无拘无束，而是受到物质世界的诸多限制。

我认为，同样的约束也在限制科技的发展。科技建造在生命具有的相同的物理和化学根基之上，更重要的是，在第七王国——加速的生命王国，技术元素被很多引导生物进化的约束所限制。技术元素无法创造出所有可以想象的发明，也不能将所有可行的观念转化为现实。相反，它在许多方向上受到物质和能量的制约。不过，负面约束只是进化故事的一半内容。

另一半推动进化漫长历程的强大力量是在某个进化方向上传导创新的正面约束。自组织过程的外熵与前述物理法则约束共同控制进化的运动轨迹。在生物进化过程中，这些内部惯性极为重要，而在科技进化过程中，它们的重要性更甚。事实上，对于技术元素，自生成的正面约束是主要因素，影响力超过负面约束。

然而，在今天的生物学领域，存在引导生物进化的内部约束这一观点远非正统学说的内容。定向进化概念因为与超自然生命本质信仰联系起来而声名狼藉，其发展历程趣事颇多。今天定向进化理论虽然不再与超自然观念结合，但却和「必然性」观念挂钩，许多科学家认为后者不论怎样包装都是无法接受的。

我愿意用迄今为止我们的证据所能提供的最佳案例来阐释生物进化的方向。这是个复杂的故事，对于理解生物、辨清科技的未来至关重要。如果我能说明自然进化过程存在内生方向，那么我的观点——技术元素扩展了这个方向——就更容易理解了。因此，在我深入研究生命计划的推动力量后，后面的长篇大论的确可以作为科技领域的同类进化的近似论述。

在开始讲另一半故事前，我要提醒各位，这种最近才被认识的外熵推动力不是进化的唯一发动机。进化有多种推动力，包括之前描述的物理约束。但目前关于进化的正统科学观点认为，变化的主要成因只有一个：随机变异。在自然界，后代幸存者是可遗传的随机变异自然选择的

结果。因此，在进化过程中，只有随机进步，不存在定向发展。过去30年对复杂自适应系统的研究得出的主要认知提供了相反的观点：自然选择导致的变异并不总是随机的。试验表明，「随机」的变异通常不是固定方向的；另一方面，变异受到物理和几何法则的控制；最重要的是，变异常常是由自组织体（这里指的是DNA螺旋体）再现模式的固有可能性引发的。

过去，非随机变异概念是异端邪说，可是随着越来越多的生物学家使用计算机模拟，变异并非随机的观点在某些理论家中间成为科学共识。基因的自调节网络（所有染色体上都可以找到）有利于某些类型的复合体。「一些有潜在用途的变异可能性非常大，可以认为它们已被编入基因组代码」，生物学家L·H·卡波拉莱（L. H. Caporale）说。细胞通过新陈代谢路径可以自我催化，组成网络，走上自我改进的循环。这给传统观点轻轻一击。在以往的观念中，内部（变异来源）产生变化，而外部（自适应的环境来源）选择或引导这种变化；在新观念中，外部（物理和化学约束）产生结构，内部（自组织）选择或引导这种结构。当受到内部引导时，进化转向重现结构。近代古生物学家W·B·斯科特（W. B. Scott）总结道，进化的复杂性产生了「为优化准备的固有通道」。

在教科书中，进化是由单一的半精确机制推动的强大力量，是适应性生存选择的可遗传的随机变异，也被称为自然选择。新出现的修正观点则承认其他力量的存在。它的解释是，进化的创新发动机由3条腿支撑：适应性（传统动力）、偶然性和必然性。（这3种力量也在技术元素领域重新出现。）我们可以将其描述为进化的3种动力。

适应性动力是教科书上的理论定义的正统力量。正如达尔文猜想的那样，那些最适应环境的有机体生存下来并繁殖后代。因此在变动的环境中，任何新生存策略，无论其来自哪里，都经过了漫长选择，与该类物种相得益彰。适应性力量在进化的各个层面都是基本力量。

进化三动力中的第二种是运气，也就是偶然性。进化过程中发生的大量事件可以比喻成买彩票中奖，而不是最优者适应。物种形成时的很多优良特性是偶然事件——某种不太可能存在的引导物种沿着偶然路径发展的激发性力量——的结果。王斑蝶翅膀上的独特斑点不是严格意义上的适应性特征，纯属偶然产生。随机的开端最终在未来的日子里产生完全意想不到的构造，而这些后来产生的构造也许不如祖先那样复杂或优美。换句话说，我们今天看到的进化过程中的很多结构来源于过去的随机偶然事件，而不是进步的结果。如果我们把生命发展史的录像带倒回去，再次按下播放键，放映内容将有所不同。[为年轻读者考虑，我

应该说明，「倒回录像带」，就像「拨电话（号码盘）」、「（用胶卷）拍电影」和「（用曲柄）启动发动机」，是一种约定俗成的说法，从已经弃用的技术沿袭下来的表达方式。在本例中，「倒回录像带」表示要从同样的起点重复一个过程。]

斯蒂芬·杰·古尔德（「倒放生命的录像带」这个比喻就是他在其开创性著作《精彩的生命》中首次使用的）提供了关于偶然性在进化过程中普遍存在的精选案例。他的论点建立在一组神秘的前寒武纪生命化石的证据基础上，这组化石是在加拿大的伯吉斯页岩发现的。一位名为西蒙·康韦·莫里斯的年轻研究生用了若干年时间在显微镜下日复一日地潜心研究这些微小的化石。经过10年的刻苦钻研，莫里斯宣布，伯吉斯页岩含有过去未知的生物群落的宝贵资料，该群落的形态多样性远甚于现在的生命。但是这批古生物原型非同寻常的多样性被5.3亿年前的灾难重创，只剩下少数的有机体基本类型继续进化，造就了今天我们看到的物种相对较少的世界。古尔德认为这样古老而丰富的多样性遭受不确定重创是偶然性法则的有力证明，也是进化方向性观点的反面证据。他尤其相信，伯吉斯页岩的证据表明人类大脑不是必然性产物，因为进化过程中没有任何事物是必然的。在书的结尾，古尔德总结道：「生物学对人类本性、状态和潜力的大部分真知灼见可概括为简单的短语——偶然性的体现：智人是个例，而非趋势。」

「个例而非趋势」这个短语反映了当代正统进化理论：进化固有的偶然性和至高无上的随机性阻止了任何方向的趋势。然而，后来的研究证明伯吉斯页岩并不包含人们起初相信的庞大多样性，推翻了古尔德的结论。西蒙·康韦·莫里斯本人转变观念，抛弃此前激进的分类法。事实证明伯吉斯页岩有机体中很多并不是不可思议的新形式，而是外形古怪的旧形式，因此在宏观进化过程中偶然性远远谈不上占优势地位，占优势地位的更有可能是进步。奇怪的是，自从古尔德这本有影响力的书出版后，若干年内莫里斯成为为进化的偶然性、方向性和必然性摇旗呐喊的首要古生物学家。事后人们才认识到，伯吉斯页岩所证明的是，偶然性是进化的重要力量，但不是唯一的。

进化三动力中的第三种是结构的必然性，这正是当前生物学教条否定的那种力量。鉴于偶然性可以被认为是「历史」力量，也就是历史对其有重大影响的事件，那么进化发动机的结构成分可被视为「非历史」的，它独立于历史而创造变化。把这个部分倒回重放，得到的还是同一个故事。进化的这个方面推动了必然性的产生。例如，防御用的毒刺至少在12个物种那里发生进化：蜘蛛、黄貂鱼、荨麻、蜈蚣、石头鱼、蜜蜂、海葵、雄性鸭嘴兽、水母、蝎子、有壳软体动物和蛇。这个共有结

构的重现不是因为共同的进化史，而是因为共同的生命起源；它的形成，不是来自外部环境，而是由于自组织复合体的内部动力。必然性是外熵性质的力量，是像进化中的生命一样复杂的系统自发形成的自组织。正如前几章描述的那样，复杂系统自己产生惯性，形成某些重现模式，系统通常会陷入这些模式。这种内生的自我排序引导系统获取自身利益，通过这样的方式给正在发生的进化过程限定方向。这种动力将进化的无序性导向某种必然性。

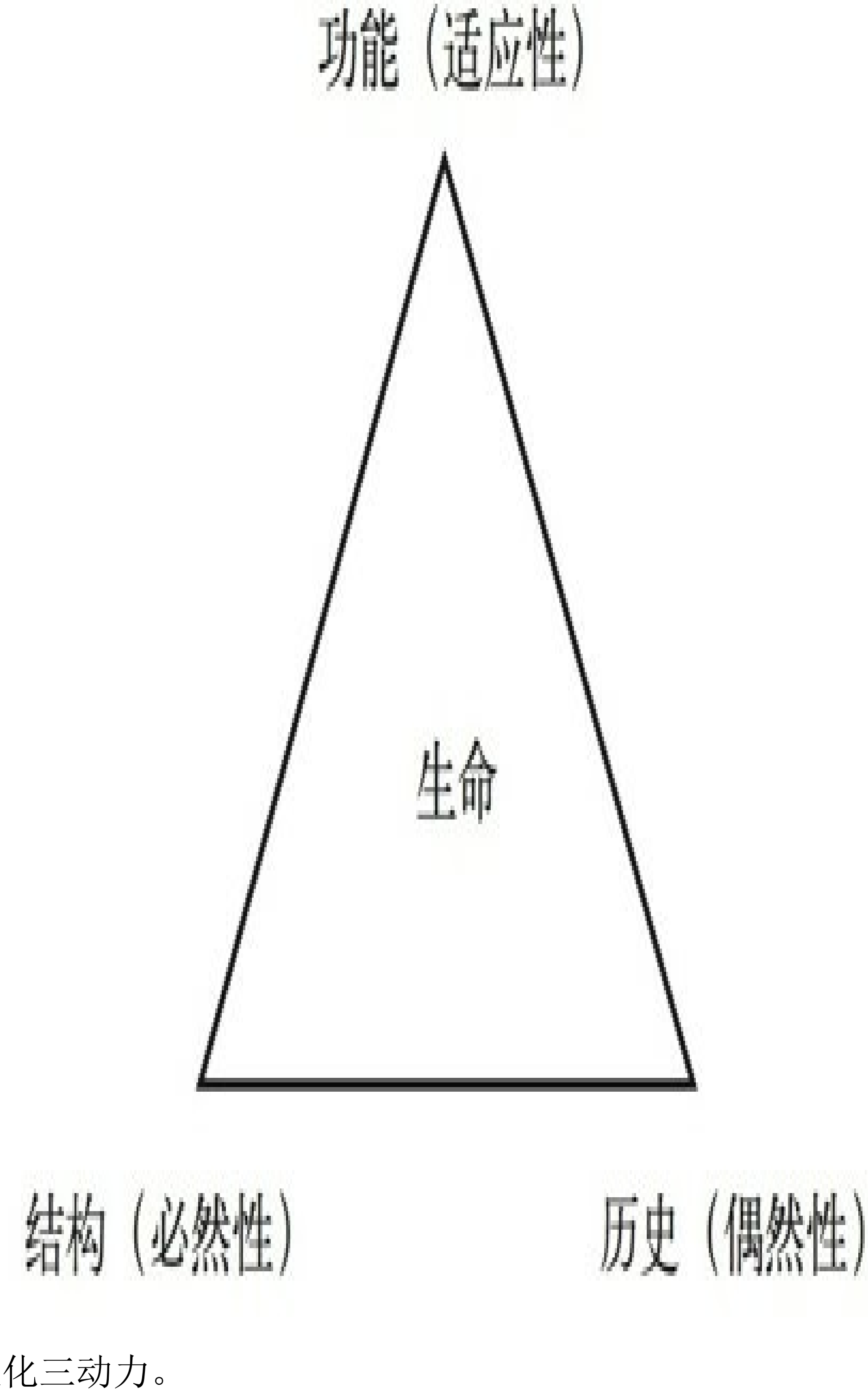


图6–2 进化三动力。

进化三动力的关系也许如图6-2所示：

在自然界中这三种动力都发生作用，但比例和层面有所不同，它们

此消彼长，共同演绎各种生物的发展史。我想起一个比喻，也许有助于厘清这三种力量：物种进化就像一条蜿蜒曲折的河流冲刷河岸。这条河的局部「特征」，也就是河岸以及河床的细致轮廓，源自自适应变异和偶然性（从不重复）动力；而河流普遍存在的「河流通性」（所有河流都具有的），即在水域形成的通道，源自趋同性和自发有序性的内在引力。

偶然的微观细节装饰必然的宏观原型的另一个例子是六种独立的恐龙谱系在进化过程中踏上同一条形态学路径。随着时间流逝，这六种恐龙都显示出相同的（必然的）形态趋势，例如侧边脚趾——爪子长骨的延伸部分——的减少，以及「手指」的缩短。我们可以将这种模式称为部分「恐龙通性」。因为这些特征在六种谱系中都有重复，因此其结构原型并不只是随机产生的。鲍勃·巴克这位电影《侏罗纪公园》中恐龙的扮演者、现实生活中的恐龙专家宣称：「这个（六种恐龙谱系的）重复相似性和趋同性的惊人案例……有力地证明了，从化石记录中观察到的长期变化是定向自然选择的结果，而不是基因变异的随机漫步。」

回到1897年，古生物学家亨利·奥斯本，一位早期的恐龙和哺乳动物专家，这样写道：「我对过去很多门类的哺乳动物牙齿的研究让我确信，存在特定方向的基本变化趋势。牙齿的进化是由某些遗传影响预先决定的，这些影响可追溯到数十万年前。」

概括出「预先决定」的意思有重要意义。多数情况下，生命细节是偶然形成的。进化之河只决定最广泛的主要形态。我们可以认为这些主要形态就是进化的伟大原型，例如四足动物（四足性）、蛇形、眼球（球形照相机）、盘起来的肠、卵袋、扑翼、重复出现的四肢、树、尘菌和手指。它们是普遍而非特殊的形态。生物学家布莱恩·古德温论述道，「有机体的所有主要形态特征——心脏、脑、肠、四肢、眼睛、叶、花、根、躯干、分枝，这里只说明显特征，都是形态学规律自然产生的结果」，如果倒放生命的录像带，这些特征会反复出现。它们就像其他重现的原型，是大脑感知到但人们自己没有意识到的模板。「哦，这是一只蚌」，你的大脑自言自语，而你则关注颜色、手感和种类的特征。「蚌」形态——两个凸起的用铰链连接的可以闭合的半球体——是重现的原型，决定性的形态。

审视数十亿年的漫长岁月，看起来进化似乎想要创造某些构造，按照理查德·道金斯的暗示，生命想要产生眼球，因为它总是重复这项发明。在进化看似混乱的旋涡中存在一种倾向，即重新发现同样的形态，不断取得同样的结果。简直就像生命在遵守一种规则。它「需要」使某种模式物质化。甚至现实世界似乎也在偏向那个方向。

很多迹象表明人类所在的宇宙区域适合生命的形成。我们的星球与太阳距离刚好，近则可以取暖，远则避免被炙烤。地球有位大个子邻居——月球，它促使地球减慢转速以便延长单日时间并长期稳定。地球与木星共享太阳，后者充当了吸住彗星的磁铁。被彗星捕获的冰块也许还是地球海洋的起源。地球的磁核产生抵挡宇宙射线的防护罩。它的引力大小正合适，可以留住水和氧。它有一层薄薄的地壳，使板块构造运动成为现实。这些可变因素似乎都汇聚到这个不是太小也不是太大的宜居带。近期的研究表明，银河系也有宜居带。距离银河系中心太近，行星会遭受持续的致命宇宙射线的攻击；如果太远，当恒星尘埃浓缩成行星物质时，将会缺乏生命形成所需的重元素。我们的太阳系恰好在这个宜居带的中间。再这样列举下去，可能很快就会不可避免地将地球生命的每一个方面都包括在内。一切都是完美的！有些虚假的「招聘员工」启事暗中做了手脚，只适合那个已经被内定的人，我们刚才列出的那份优势清单不久就会像这样的虚假启事一样。

这些适宜居住的因素中有些将被证明只是巧合，但是其数量和根深蒂固的性质——按照保罗·戴维斯（Paul Davies）的说法，表明「自然法则受到操控，有利于生命的形成」。按照这一观点，「晶体从饱和溶液中析出，生命以同样可靠的方式从原始浆液中产生，最终是由原子间力预先决定的」。早期的生源论（研究生物起源）先锋人物西里尔·庞南佩鲁马（Cyril Ponnamperuma）相信，「原子和分子的固有属性似乎引导合成反应」向孕育生命的方向发展。理论生物学家斯图尔特·考夫曼（Stuart Kauffman）认为他用计算机对生命出现之前环境的全面模拟显示，一旦条件合适，生命形成就是不可避免的。他说，今天我们的存在属于这样一种情况，即「我们不是偶然的而是注定的」。1971年数学家曼弗雷德·艾根（Manfred Eigen）写道：「生命进化，如果是基于可推导的物理规律，应当被视为必然过程。」

克里斯蒂安·德迪夫（Christian de Duve）因为在生物化学领域的研究而获得诺贝尔奖，他的观点更加激进。他相信生命是宇宙必须完成的事。在《生机勃勃的尘埃》（Vital Dust）一书中，他写道：「生命是天定之力的产物。在这种占优势的条件下，生命注定要出现。无论何时何地，只要同样的条件存在，它就会以相似的形式出现……生命和意识的产生，不是反常事件的结果，而是物质的自然显现，事先已被编入宇宙的结构中。」

如果生命是必然出现的，为什么鱼不是？如果鱼是必然的，为什么思维不是？如果思维也是必然的，为什么互联网不是？西蒙·康韦·莫里斯推测：「数十亿年前的不可能事件现在越来越不可避免要发生。」

检验宇宙规则的一种办法是从头开始重新播放生命的录像带。古尔德把重新播放生命的录像带称为伟大的「不能做」的试验，可他错了：事实证明人们可以重现生命发展历程。

基因排序和克隆的新方法使得再现进化过程成为可能。以简单的细菌（大肠杆菌）为对象，选择一个个体，多次原样复制这个特殊的小家伙。对其中一个复制品的基因型进行排序。余下的复制品分别放入相同的培育箱，环境和输入物一模一样。让克隆的细菌在相似的容器中自由繁殖4万代。每1000代为一个段落，从中抽取一些，快速冰冻，然后对它们进化过的基因型排序。将所有容器内相似的进化后基因型作比对。随时取出一个快速冰冻的样本，使之恢复生机，再次放入相同的新培育箱中，这样今后可以随时重复大肠杆菌的进化过程。

密歇根州立大学的理查德·伦斯基（Richard Lenski）在他的实验室里开展了完全一样的实验。他发现，总的来说，多次进化产生相似的表型——细菌的外表——特征。基因型的变化大体上出现在同一位置，尽管各自的精确代码经常不同。这反映出总体形态的趋同性和细节的偶然性。伦斯基不是唯一开展此类实验的科学家。其他实验显示了相似进化过程的同样结果：每次产生的不是新生事物，而是科学论文所称的「多条进化路线的趋同性导致的相同表型」。基因学家肖恩·卡罗尔总结道：「进化可以并且的确在结构层面、方式层面以及个体基因层面重复自己……这种重复推翻了这样的观念：如果使生命历程倒回，然后重演，所有的结果将是不同的。」我们可以倒放生命的录像带，当环境不变时，结果通常被证明是大体相同的。

这些实验表明，有一条轨迹贯穿进化过程，这条长长的路径使一些不大可能的形态成为必然性事件。我需要对「不大可能的必然性」这个悖论略作解释。

生命不可思议的复杂性掩盖了它的奇异性。今天的所有生命都来自一个古老分子的连续复制过程，这个分子的工作场所是一个活性原生态细胞。虽然生命具有灿烂的多样性，但它主要是数百亿次复制之后的有效结果。与宇宙中物质和能量的一切可能形式相比，生命的解决方案只有几个。因为田野生物学家每天都会发现新的地球有机体，我们有理由对自然界的创造性和生机感到惊奇。然而与人类大脑能够想到的事物相比，多姿多彩的地球生命只占很小的部分。我们想象中的作为替代的世界随处可见远比地球生命更加多样、更具创造性、更加需要探索的生物。但是我们虚构的生物大多数永远无法出现，因为它们与物理法则完全矛盾。可能存在并且实际存在的世界比它看上去小得多。

视网膜紫质、叶绿素、DNA或人类大脑的天才分子是由某些形式的

物质、能量和信息产生的，这三者的物理特性在所有「可能存在的」事物构成的世界里极其缺乏，从统计学意义上说这些事物存在的可能性非常小，几乎达到完全不可能的程度。任何有机体（以及人工制品）都是由它的组成原子按照极不可能的形式排列而成的。但是在长期的复制自组织和无休止进化过程中，这些形式从极不可能转变为极有可能，甚至不可避免。因为在现实世界，这种可扩展的创造性真正发挥作用的方式只有几种，所以进化过程一定采用了这几种方式。按照这个观点，生命是必然的不可能事物，生命的典型形态和发展阶段大部分也是如此。或者我们可以说：不可能的必然事物。

这意味着人类大脑也是进化过程不可能的必然产物。重演生命历程，它将再次创造出人脑（在其他行星或者相似时间）。斯蒂芬·杰·古尔德断言，「智人是个例，而非趋势」，他确实在倒退，不过姿态优雅。如果我们重新组合他的话语——这次从后向前，我想没有比这更加简洁的语句能够更好地总结进化的精髓：

智人是趋势，而非个例。

人性是进步，过去一直是，将来也一直是。现存的一切有机体都处在发展过程中。人类更是如此，因为在所有的生物中（我们已知的），我们是最具可塑性的。作为智人的我们刚刚踏上新的进化历程。作为技术元素——加速的进化——的创造者和受益者，我们恰好是进化注定的发展方向。「我似乎是动词」，发明家和哲学家巴克敏斯特·富勒（Buckminster Fuller）曾经这样说过。

我们也可以说：技术元素是趋势，而非个例。技术元素和它的构成技术与其说像伟大的人类发明，不如说更像伟大的过程。没有任何事物是完美的，一切都在变动中，唯一重要的是运动的方向。因此如果技术元素有方向，那么它指向何处？如果更加先进的科技形式必然会出现，那么接下来将是什么？

在下一章中，我要阐述技术元素的固有趋势如何与重现形式汇合，就像生物进化那样。这一过程导致必然性发明的出现。进一步说，这些自我生成的倾向也会产生一定程度的自主性，与生物获得的自主性非常相似。最后，科技系统的这种自然发生的自主性还会创造出一系列「需求」。通过跟踪进化的长期趋势，我们可以揭示科技有什么样的需求。

1. 《黑云》（The Black Cloud）是1957年出版的一部科幻小说，讲述一团巨大的黑云侵入太阳系、威胁地球生命的故事。黑云是活性有机体，具有气态大脑。——译者注

第七章 趋同性
专家导读

「趋同进化」有两个维度，一个是历史进程，它呈现出必然性；另一个是在空间的横截面上，它呈现出「同时性」。在上一章考察了趋同进化在历史进程中的必然性之后，本章凯文·凯利的注意力集中在「同时性」上。

在过去的100~200年里，重大发明、发现层出不穷。电话、电报、皮下注射器、疫苗、打字机等，这些发明的一个共同特点是，「同一时间独立产生的相同发明实例如此普遍，表明科技进化的趋同方式与生物进化一样」。

「同步」是一个迷人的问题。

如此多的巧合、偶然，似乎在反复暗示人们，即便不同地区、不同文化背景、不同社会环境的人相互隔绝，但思想和情感所关注之事，似乎并不遥远。

然而，这种貌似巧合的「同步」所隐喻的「必然性」，却遭到广泛的误解。「承认任何事物都是『必然的』，就像逃避我们无法企及的不可见的非人类力量，在它面前举手投降。」

还有一种错误思想，认为这只不过是「科技宿命论」的翻版。

在饱览近现代天才发明家的真实历程之后，凯文·凯利指出，必然性并不意味着机械、刻板的重复，也不意味着懒汉思想，即你什么都不做，它会自动发生。在考察不同文明的进化历程后，凯文·凯利意味深长地写道：「任何物种的诞生，有赖于其他物种组成的生态系统是否准备好养分和生存空间。」

是否善于捕捉和倾听生命进化中的强劲呼声，积极投身和参与到进化的洪流中，才是「必然性」的最佳脚注，这一「趋同进化」的瑰丽图景才会得以显现。

「我们事实上无法实现想要的跳跃式发展。」

2009年，全世界纪念查尔斯·达尔文诞辰200周年，表彰他的理论对人类科学和文化产生的影响。纪念庆典忽视了阿尔弗雷德·拉塞尔·华莱士（Alfred Russel Wallace），他在几乎相同的时期——150年前——创立了同样的进化理论。奇怪的是，华莱士和达尔文都是在阅读托马斯·马尔萨斯关于人口增长的著作后创建自然选择理论。在华莱士的相似发现公布后，达尔文受到鼓励，才发表他的成果。如果达尔文在其著名的航海旅行途中死去（在那个时代，这样的命运并不少见），或者在伦敦研究期间染病而死，我们将纪念华莱士的诞辰，他会成为创建这个理论的唯一天才。华莱士是一位生活在东南亚的自然学家，同样经受多种恶疾的折磨。事实上，他在阅读马尔萨斯的著作时身染一种使人体衰弱的丛林热。即便贫穷的华莱士被这种印度尼西亚传染病彻底击垮，而达尔文也与世长辞，但从其他自然学家的笔记来看，显然还会有人得出自然选择导致进化的理论，即使他们从来不读马尔萨斯的著作。有人认为马尔萨斯本人已接近产生这种思想。这些人不会以同样的方式论述这一理论，不会提出同样的论点，也不会引用同样的证据，但是无论如何今天我们都会纪念自然进化论诞生150周年。

看似巧合的事物在科技发明和科学发现领域反复出现很多次。亚历山大·贝尔和伊莱沙·格雷（Elisha Gray）都在1876年2月14日这一天申请电话专利。这种不大可能发生的同步性（格雷比贝尔提前3小时申请）导致两人相互指责对方存在间谍、剽窃、贿赂和欺诈行为。格雷听信了其专利律师的草率建议，抢先一步递交申请，因为电话技术「不值得严肃对待」。可是不论获胜的是贝尔王朝还是格雷王朝，我们都会在大街小巷布满电话线，因为尽管贝尔获得了专利权，但在格雷之外还有发明家若干年前已经研制出可工作的电话模型。事实上，早在十多年前，也就是1860年，安东尼奥·梅乌奇（Antonio Meucci）已经为他的「远距离传音」技术申请了专利，采用的原理与贝尔和格雷的相同，但是因为他英语很差，家中贫困，又缺乏商业头脑，1874年他未能延长专利期限。在他们之后不久，无可匹敌的托马斯·爱迪生登上历史舞台，虽然因为

无法说明的原因，他没有在电话竞赛中获胜，但在1877年发明了可用于电话的麦克风。

1901年，《电的时代》（The Age of Electricity）的作者帕克·本杰明（Park Benjamin）评论道：「重点不是一项重要的电器发明诞生了，而是多人宣称发明电话的荣誉应归于他。」对于任何领域的任何类型探索的历史，只要深入挖掘足够的资料，就会发现申请第一优先权的不止一人。实际上，人们很有可能发现，每一件新生事物都有很多「父母」。第一次观察到太阳黑子的不是两个人，而是4名独立观测者，包括伽利略，时间都在1611年。我们知道温度计有6位不同的发明人，皮下注射针头有3位。爱德华·詹纳（Edward Jenner）之前有4位科学家各自独立地发现了接种疫苗的功效。肾上腺素有4次被「首次」分离。3位不同的天才发现（或者说发明）了小数。电报被约瑟夫·亨利（Joseph Henry）、塞缪尔·莫斯（Samuel Morse）、威廉·库克（William Cooke）、查尔斯·惠斯顿（Charles Wheatstone）和卡尔·施泰因海尔（Karl Steinheil）反复发明。法国人路易·达盖尔（Louis Daguerre）以摄影技术发明者著称，但还有3人——尼塞福尔·涅普斯（Nicephore Niepce）、赫尔克里士·弗洛伦斯（Hercules Florence）和威廉·亨利·福克斯·塔尔博特（William Henry Fox Talbot）——也各自研究出同样的技术。对数的发明通常归功于两位数学家——约翰·内皮尔（John Napier）和亨利·布里格斯（Henry Briggs），可事实上，第三位数学家约斯特·比尔吉（Joost Burgi）比他们早3年发明对数。英美两国都有若干发明家同时制造出打字机。两位科学家于1846年分别预测出第八颗行星海王星的存在。再看3个化学例子，氧的液化、铝的电解和碳的立体化学分别被多人发现，这3个例子中每一项同步发现的时间相差大约不到1个月。

哥伦比亚大学社会学家威廉·奥格本和多萝西·托马斯梳理了科学家的传记、通信和笔记，收集能够找到的1420~1901年间的全部相似发现和发明。他们写道：「蒸汽轮船被认为是富尔顿、茹弗鲁瓦、拉姆齐、史蒂文斯和西敏顿的『独家』发明。至少有6人，分别是戴维森、雅各比、莉莉、达文波特、佩吉、霍尔，宣称独立研发出铁路电气化技术。有了铁路和电力机车，铁路电气化难道不是必然要出现的吗？」

必然！这个词再次出现。同一时间独立产生的相同发明实例如此普遍，表明科技进化的趋同方式与生物进化一样。假如的确这样，现在如果我们倒回历史的录像带并重放，那么每次重播时，原本完全相同的发明序列应该按照极其相似的顺序依次展开。所有科技发明将必然出现。典型表现形式的产生进一步表明，这样的技术创新是有方向的，带有倾向性。这种倾向性一定程度上独立于人类发明者。

确实，在所有科技领域，我们常常看到独立的、相同的、同时出现的发明。如果这种趋同性标志着新发明具有必然性，那么发明家便只是必然出现的发明的媒介。那样我们就会认为，这些发明家即便不是随机出现的，至少也是可替换的。

这正是心理学家迪安·西蒙顿的研究结果。他根据奥格本和托马斯制作的1900年之前的同步发明目录，加入其他几份相似的列表，从中总结1546件发明的相似模式。西蒙顿标示出2人同步发明的数量，接着是3人、4人、5人、6人。6人同步发明的数量自然较少，而这些多人发明之间的精确比率构成了统计学所谓的泊松分布模式。这个模式也是DNA染色体变异和其他小概率事件在大量可能事件中分布的模式。泊松曲线表明，「谁发明了什么」这个系统本质上是随机分布的。

当然，天赋是不对等分布的。有些创新家（例如爱迪生、牛顿和威廉·汤姆森·开尔文）的确比其他人更优秀。但是，如果这些更优秀的发明家的天才不能把必然性远远甩在身后，那么他们如何成为伟大人物？西蒙顿发现，越有声望的科学家（根据他的生平介绍在百科全书所占页数判断），参与的同步发明数量越多。开尔文拥有30项与其他人同时发现的科技成果。伟大的探索者不仅独自贡献了多于平均数的「未来」事物，而且还参与研究影响力最大的事物，这些事物自然涉及那些吸引了很多参与者因此导致多人同步发明的研究领域。如果说探索相当于买彩票，那么成就最大的那些探索者花了很多钱下注。

西蒙顿的历史案例系列揭示了这样的现象：重复创新的数量随时间推移而日益增加，也就是说同步发现新事物的频率越往后越高。几个世纪以来，新观念产生的速度越来越快，也造成同步发现加速。同步性程度也在提高。多人同步发现的第一次和最后一次之间的时间差几百年来不断缩小。过去，从公开宣布一项发明或发现到最后的相关研究者听到这个消息，可能已经过去10年。这样的时代早已远离。

同步性不是过去通信手段落后时独有的现象，现今依然大量存在。美国电话电报公司贝尔实验室的科学家1948年发明晶体管，后来因此获得诺贝尔奖，而两位德国物理学家比贝尔实验室的科学家晚两个月在巴黎的西屋实验室独立发明晶体管。大众将「二战」最后几年发明可编程二进制计算机的荣誉授予约翰·冯·诺伊曼，可是该发明的理念和投入使用的穿孔纸带样机几年前———即1941年———由康拉德·楚泽（Konrad Zuse）在德国完全独立地开发出来。作为现代同步性一个可证实的例子，楚泽开创性的二进制计算机在美国和英国被完全忽视，直到几十年后才引起注意。喷墨打印机两次被发明：一次在日本，发明者是佳能实验室；一次在美国，发明者是惠普公司。1977年这两家公司在数月内分

别申请关键技术的专利。「整个发明史就是由一连串无休止的同步性案例组成的，」人类学家阿尔弗雷德·克罗伯（Alfred Kroeber）写道，「也许有人从这些定期发生的事件中看到的只是反复无常的意外事件无目的地上演，但也有人开始从这些事件中领悟能够激发灵感的伟大的必然性，它凌驾于个人命运之上。」

「二战」期间与核反应堆相关的严格的战时保密政策为回顾科技必然性提供了堪称典范的研究材料。全世界各自独立的核科学家小组为驾驭核能而相互竞赛。因为这种能源具有明显的军事战略优势，各小组要么作为敌人互不往来，要么作为谨慎的盟友而装聋作哑，要么虽在同一国家，但因为「按需知密」的保密政策而相互隔离。换句话说，开发核反应堆的历史在7个小组中间同步展开。每个独立小组内部高度协同完成的工作成果被完整记录下来，而且他们成功通过技术开发的多个阶段。回顾历史，研究者可以追踪相同发现所经历的同步过程。说一个具体的例子。物理学家斯宾塞·沃特（Spencer Weart）研究了其中6个小组如何相互独立地发现制造核弹的一个重要公式。这是四因子公式，帮助工程师计算链式反应所需的临界质量。法国、德国、苏联的小组以及美国的3个小组同步但又独立地开展研究，并同时发现这个公式。日本已经接近，但未能完成。这种高度同步性——6人同步发现——有力地证明在当时这个公式的发现是必然事件。

然而，当沃特分析每个小组最后得出的公式时，发现它们有所区别。不同国家使用不同数学符号表示这个公式，强调不同的因子，假设条件和对结果的说明不同，对小组的总体科研水平的重视程度也不同。事实上，有4个小组认为该公式是纯理论的，基本予以忽视。只有两个小组把这个公式整合到实验工作中，其中一个小组成功地制造出了核弹。

这个公式的精华部分具有必然性。无可争议的是，如果一个小组没有发现这个公式，其他五个小组也会发现。可是公式的具体表述并不都是必然的，主观描述可能产生很大差异。（美国将该公式付诸实践，它的政治命运与那些未能运用这项成果的国家迥然不同。）

牛顿和莱布尼兹被誉为微积分的发明人（或发现人），可事实上他们的计算方法不同，只是随着时间流逝两种方法殊途同归。约瑟夫·普里斯特利（Joseph Priestley）产生氧气的方法与卡尔·舍勒（Carl Scheele）的不同，他们采用不同的逻辑开启了同一个必然的新阶段。两位天文学家（约翰·柯西·亚当斯和于尔班·勒维耶）正确预测到海王星的存在，实际上他们计算的行星轨道并不相同。1846年两条轨道恰好重叠，因此他们通过不同的方式找到同一个主体。

不过，从统计学看，此类轶事难道不更像是巧合吗？考虑到发明册上的数百万条记录，难道我们不应该预计到总有一些发明会同时发生吗？问题在于，大多数多人同步发明没有被报道。社会学家罗伯特·默顿（Robert Merton）说：「所有单人发明都是即将产生的多人发明。」他的意思是，当第一个成果问世的消息公之于众时，很多潜在的多人发明就被放弃了。1949年在数学家雅克·阿达马（Jacques Hadamard）的笔记中发现这样一条典型的记录：「在启动对一组特定问题的研究后，看到几位学者已经开始涉足同一课题，我就放下它，转而研究其他问题。」科学家要么是记录了他们的发现和发明，但因为忙碌而没有发表，要么是自己对结果不满意。只有杰出人物的笔记经过仔细分析，因此除非你是卡文迪许或高斯（两者的笔记披露了若干未公布的多人发明），否则你的未经报道的理念绝不会载入史册。更深入的同步研究被隐藏在公司或国家级秘密工作中。因为害怕竞争者窃密，很多成果没有发布。直到最近，很多重复发现和发明的案例仍然鲜为人知，因为它们是用晦涩难懂的语言发表的。一些同时产生的发明不被认可，是因为发明者用难以理解的技术语言进行描述。有时，一项发现与大众认知背道而驰，或者政治立场不正确，于是被人们忽视。

而且，一旦某项发现被公之于众，并进入广为人知的知识殿堂，此后所有得出同一结果的研究将被视为对最初成果的进一步证明——不管获得该结果的实际过程是怎样的。一个世纪前，通信的问题在于速度慢，莫斯科或日本的研究者也许几十年后才得知英国人的发明。今天的问题则是数量太多。这么多领域这么快速地出现这么多的已发表成果，以至于人们很容易忘记哪些发明已经存在。总是有重复发明独立产生，有时几个世纪后出现，纯粹是由于无知。可是因为这些翻版的独立性难以证实，因此只被当做原版的支持者，但不能作为必然性的证据。

迄今为止，无处不在的发明同步性最强有力的证据是科学家自己的印象。大多数科学家认为被其他从事相同研究的人抢先发表成果是不幸的令人痛苦的常事。1974年，社会学家瓦伦·哈格斯特伦（Warren Hagstrom）访问了1718位美国学者，询问是否曾经遇到过自己的研究被其他人抢先开展或者取得成果的情况。他发现46%的人相信，他们的研究工作有「1次或2次」被别人先行一步，16%的人声称遇到过3次以上被他人抢先的情况。另一位社会学家杰里·加斯顿（Jerry Gaston）调研了203位硕果累累的英国物理学家，得出相似的结果：38%声称有1次被他人抢先，有26%超过1次。

科学家重点关注前人的研究工作和恰当的荣誉，与之不同，发明家往往未经系统研究过去的成果就勇往直前。这意味着在专利局看来，重

复发明是常有的事。发明家申请专利时，需要引证此前的相关发明。被调查的发明家有1/3宣称在进行发明时不知道此前有人申请了相关专利。直到准备申请书时，需要填写「现有技术」，他们才去了解竞争性专利。更让人吃惊的是，1/3的人声称在调研人员告知之前，不清楚自己的申请书中列举了哪些已有发明。（这是完全有可能的，因为专利引证可能是发明人的专利律师甚至专利局审查员完成的。）专利法学者马克·莱姆利（Mark Lemley）评论道，在专利法领域，「相当一部分优先权纠纷涉及近似同步发明」。布兰迪斯大学的亚当·杰夫（Adam Jaffe）开展过一项关于近似同步发明优先权纠纷的研究，结果显示45%的案例中，当事双方都可以证明在相差不到6个月时间内研制出该发明的「工作样机」，70%的案例中相差时间不超过1年。杰夫写道：「这些结果为下面这一观点提供了支持，即同步或近似同步发明是创新的固定特征。」

这些同步发明中隐藏着必然性的气息。当基础技术的必备网络建立起来时，毗邻的新技术似乎在同一时刻就产生了。如果甲发明家没有研制出来，乙发明家将会成功。不过各项技术将依照合理的顺序出现。

这并不是说，具有乳白色完美外表的iPod是必然性发明。我们可以认为，麦克风、激光、晶体管、蒸汽轮机和水车的发明以及氧气、DNA和布尔逻辑的发现在它们出现的大致年代都是必然性事件。然而，麦克风的具体样式和精确电路、激光的特殊产生方法、晶体管的特殊材料、蒸汽轮机的尺寸、化学方程式的专用符号，诸如此类的任何发明的具体表现形式，都不是必然的。确切地说，因为发明者的个性、手边的原材料、文化或社会背景、财力支持和运气的影响，这些表现形式变化幅度相当大。安装在椭圆形真空灯泡内的一卷钨丝产生的光不具备必然性，但是白炽电灯泡是必然性事物。

白炽电灯泡的一般概念可以从所有具体细节中抽象出来，这些细节——电压、钨丝强度、灯泡类型——可以有所变化，但产生的结果是一样的，本例中，结果是电带来的光明。这个一般概念与生物的典型形态相似，而概念的具体物质形式更像物种。典型形态由技术元素的发展轨迹决定，而物种是偶然的。

白炽电灯经历了多次发明、重复发明、联合发明，甚至「首次发明」。在《爱迪生的电灯：一项发明的历史》（Edison's Electric Light: Biography of an Invention）一书中，罗伯特·弗里德尔（Robert Friedel）、保罗·伊斯雷尔（Paul Israel）和伯纳德·芬恩（Bernard Finn）列举了爱迪生之前的23位白炽灯发明家。我们说爱迪生正好是电灯最后的「首位」发明人，这样也许更公平。这23种灯泡（在其发明者看来都

是原创发明）表现「电灯泡」这一抽象概念的具体形式五花八门。不同的发明者采用了不同外形的灯丝、不同的电线材料、不同的电量、不同的底座方案。可是他们不约而同地以一种典型设计为蓝本。我们可以认为这些样机是23种尝试，用以表现具有必然性的灯泡的一般概念。

不少科学家和发明家，以及很多边缘科学，受到科技进步是必然的这一理念的打击。这个理念用错了地方，因为它与一种广泛传播、影响深远的观念发生矛盾：人类选择权是人性的核心，对可持续文明具有至关重要的意义。承认任何事物都是「必然的」就像逃避我们无法企及的不可见的非人类力量，在它面前举手投降。如果这样错误的认知占据我们的思想，将削弱我们的意志，使我们放弃创造自己命运的责任感。



图7–1　　　灯泡的各种样式。3种独立发明的电灯泡：爱迪生的、斯旺的、马克西姆的。

还有人认为，如果科技的确具有必然性，那么我们只有虚幻的选择权，我们应该粉碎所有科技，摆脱魔咒的困扰。后面我将论述这些主要的忧虑，但现在将就这一持久的信念探讨一种奇怪的现象。虽然很多人宣称，他们相信科技宿命论的理念是错误的（无论就这个词汇的何种意义来说），可他们的行为表现得并不一致。不管他们如何理性地看待必然性，经验告诉我，所有发明家和创新家都表现得似乎他们自己的发明和发现马上就要被别人捷足先登。我所知的每一位创新家、发明家和发现者都抢在别人前面匆忙推广他们的理念，或者心急如焚地先于竞争对手申请专利，或者在同类事物出现之前急忙完成自己的杰作。过去的200年里，是否曾经有一位发明家感觉到没有其他人会抢走他的灵感（而且他的感觉没错）？

内森·麦沃尔德（Nathan Myhrvold）是一位博学之士，也是多产的发明家，过去在微软指导快速研究，但他想在数字技术之外的领域——如外科手术、冶金学或考古学——加快创新步伐，在这些领域，所谓的创新经常是重复已有的思想。麦沃尔德聘用了由高智商创新者组成的跨学科小组，围坐在一起，畅想可申请专利的理念。这些集思广益的短期内收集的点子每年将产生1000个专利。2009年4月，马尔科姆·格拉德威尔（Malcolm Gladwell）在《纽约客》杂志上简要介绍了麦沃尔德的公司，他的观点是，这家公司找来一批天才不是为了发明伟大的新事物。一旦某个理念向外传播，就会不可避免地表现为多种形式，只需要足够数量的富有创造力的聪明人开始捕捉这些形式。自然，还需要大量专利律师为批量生产的思想申请专利。格拉德威尔评论道：「天才不是真知灼见的唯一来源，他只是一个高效率的来源。」

格拉德威尔从未抽出时间询问麦沃尔德，他的实验室发明有多少被证明是其他人也想到的，于是我问麦沃尔德，他回答：「哦，就我们所知的，大约20%。我们只为1/3的想法递交了专利申请。」

如果相似发明很常见，那么甚至麦沃尔德建造专利工厂的绝妙主意也应该同时有其他人想到。当然有。在知识风险公司注成立之前的几年时间里，互联网企业家杰伊·沃克（Jey Walker）创建了沃克数字实验室。沃克因发明「价格线」而闻名，这是一套用于预订酒店和飞机航班的「客户自主定价」系统。在自己的发明实验室里，沃克建立起制度化流程，由聪明的专家组成的跨学科小组按照这个流程围坐苦思未来20年左右——专利期限——能产生价值的创意。他们从想出的点子里挑选了数千个，再精选出最后要申请专利的。有多少创意因为他们或专利局发现

已被他人「先占」（法律术语，意为「抢先申请」）而被放弃？「与领域有关，」沃克说，「如果是正在产生大量创新的相当活跃的领域，例如电子商务，并且准备申请专利的创意属于『工具』类，那么它有100%的可能性被考虑过。我们发现专利局把大约2/3的有争议专利判为『先占』专利，驳回申请。其他领域，例如游戏发明，大约1/3因为存在现有技术或其他发明人而受阻。可是如果该项发明是复杂系统，属于罕见领域，同类发明不会有很多。瞧，大多数发明是时间问题……何时，而非是否。」

丹尼·希利斯，另一位博学之士和多产发明家，是创新原型商店「应用思维」的共同创始人，这也是一个点子工厂。也许你会从名字上猜测，他们雇用聪明人开展发明创造。企业的宣传词是「大主意小公司」。和麦沃尔德的知识风险公司一样，他们在交叉学科领域创造大量理念：生物工程、玩具、计算机视觉、游乐车、军事控制室、癌症诊断和绘图工具。有些理念以原版专利的形式出售，其他则扩展为机器实物和操作软件。我问希利斯：「你们的点子中各有百分之多少是后来发现有人先于你们想到、与你们同时想到甚至在你们之后想到的？」希利斯用了一个比喻作为回答：把同步性倾向比做漏斗。他说：「也许有数以万计的人同时想到同一发明的可能性，但10人当中不到1人会设想如何实现。在那些思考过怎样实现的人中，只有1/10真正详细考虑实际细节和具体方案。而在这批人中，又只有1/10将构思付诸行动并长期坚持。最终，怀有相同想法的数万人当中通常只有1人使这项发明成为文化的一部分。在我们的实验室，我们按照预期的比例开展上述所有层次的探索。」换句话说，在概念阶段，同步性无处不在、不可避免，你的聪明点子会有很多共同渊源。每提高一个层次，共同渊源就会减少。当你努力将一个主意引入市场时，也许会感到形单影只，但你不过是由其他拥有同一想法者构建的大金字塔的塔尖（见表7-1）。

表**7-1**发明的倒金字塔。随着时间流逝，每个层次涉及人数减少

发明人数阶段任务举例

10000~1000思考可能性意识到实现机会我们应该用电照明

1000如何实现设想方案的关键因素密封玻璃泡内的白炽金属丝

100具体细节选择具体实现方案焊成一体的钨丝，真空泵，焊接排气口

10工作设备证明解决方案确实可行斯旺、拉迪莫、爱迪生、戴维等人的样机

1实际应用说服世界接受你的成果爱迪生的灯泡（和电力系统）

发明人数	阶段	任务	举例
10 000~1 000	思考可能性	意识到实现机会	我们应该用电照明
1 000	如何实现	设想方案的关键因素	密封玻璃泡内的白炽金属丝
100	具体细节	选择具体实现方案	焊成一体的钨丝，真空泵，焊接排气口
10	工作设备	证明解决方案确实可行	斯旺、拉迪莫、爱迪生、威纳等人的样机
1	实际应用	说服世界接受你的成果	爱迪生的灯泡（和电力系统）

任何理智的人看到这样的金字塔，都会说灯泡投入使用的可能性为100%，尽管爱迪生成为发明人的概率仅为1/10000。希利斯还指出另一个后果：具体操作过程的每个阶段可以招募新人，从事后期艰苦工作的人也许不包括最早的理念先锋。考虑到人数减少幅度之大，这些数字表明，这样的可能性不大：将该发明投入应用的第一人也是持有该想法的第一人。

解读表71的另一种思路是意识到理念开始是抽象的，在以后的时间里越来越具体。一般概念在渐渐具体化的同时，必然性在降低，越来越受到制约，也越来越符合人类意愿。只有发明或发现的观念本质是必然

的。这个本质（椅子的「椅子通性」）如何在现实中展现（胶合板制成，或者加上圆形靠背），具体细节可能变化多端，这有赖于发明者手边的现有资源。新观念越抽象，通用性和同步性越强（数万人共同参与）。当它逐步经过若干阶段的具体化，成为非常特殊的物质形态时，共同参与的人越来越少，可预测性越来越低。没有人可以预测首个适合销售的灯泡或晶体管芯片的最终设计方案，尽管它的概念是必然的。

爱因斯坦这样的伟大天才持有什么观点？他不是反驳了必然性概念吗？通常认为，1905年爱因斯坦公之于世的关于宇宙本质的极富创造力的思想远远超出普通人的理解范围，远远领先他的时代。如果他没有来到人世，也许直到一个世纪后的今天，世界也不会产生他所提出的相对论。毋庸置疑，爱因斯坦是独一无二的天才。可是一如既往，其他人也在致力于研究同样的难题。研究光波的理论物理学家亨德里克·洛伦兹（Hendrik Lorentz）1905年提出一种时空的数学结构，正是爱因斯坦发表相对论的同一年。1904年法国数学家亨利·庞加莱（Henry Poincare）指出，不同体系中的观察者用钟表「记录的是我们所谓的当地时间」，并且「由于相对性原理，观察者无法知道他处于静止还是绝对运动中」。1911年诺贝尔物理学奖获得者威廉·维恩（Wilhelm Wien）向瑞典委员会建议，洛伦兹和爱因斯坦应共同获得1912年的诺贝尔奖，以表彰他们对狭义相对论的研究工作。他告诉委员会：「洛伦兹应当被视为建立狭义相对论数学模型的第一人，而爱因斯坦成功地将其浓缩为简单原理。因此人们应该认为两位研究者的成就旗鼓相当。」（但那一年两人都没有获奖。）不过，按照沃尔特·艾萨克森——创作过一部关于爱因斯坦理念的优秀传记《爱因斯坦：他的生命和宇宙》（Einstein: His Life and Universe）———的说法，「甚至在洛伦兹和庞加莱阅读了爱因斯坦的论文之后，也从未实现爱因斯坦那样的飞跃」。爱因斯坦的特殊天赋应用在相对论领域，产生了难以想象的深刻见解，艾萨克森对此表示敬佩，但他承认：「其他人也能创建这一理论，只是至少10年甚至更长时间内是做不到的。」因此人类最伟大的偶像级天才能够超越必然性，也许超出了10年。对于其他人，必然性仍然按时发生作用。

技术元素的轨道在某些领域更加稳定。根据数据，西蒙顿写道：「数学的必然性比物理学明显，最明显的是技术尝试。」出现在歌曲、写作、媒体等领域的艺术创新是个性化创造力的源泉，似乎与必然性针锋相对，但也不能完全跨越命运之河。

好莱坞电影有个令人头疼的习惯，即成对上线：两部内容相似的电影同时在影院放映，例如反映小行星撞击毁灭世界的《天地大冲撞》和《绝世天劫》，反映蚂蚁英雄的《虫虫特工队》和《蚁哥正传》，反映

性格坚毅的警察和他心不甘情不愿的笨蛋搭档的《妙探狗福星》和《特纳和霍奇》。这种相似性来自同时迸发的天才，还是贪心驱使下的剽窃？音像制品行业和出版业的若干规律中有一条是，卖座电影或畅销小说的创作者将很快受到起诉，被指控剽窃他人的灵感。有时的确有剽窃行为，但经常只是两位作者、歌手或者导演在同样的时间创作出同样的作品。图书馆管理员马克·邓恩（Mark Dunn）写过一部戏剧———《弗兰克的生活》（Frank's Life），1992年在纽约城一家小剧院里上演。该剧描写了一个不知道自己的生活是真人秀节目的家伙。在控告1998年电影《楚门的世界》的制片人时，邓恩列举了两个故事的149个相似点，后者是一部讲述一个家伙不知道自己的生活是真人秀节目的电影。然而，《楚门的世界》制片人声称他们从1991年开始就拥有受版权保护且注明日期的电影剧本，比《弗兰克的生活》上演早一年。由此我们很容易相信：一部关于不明就里的现实电视英雄的电影，其灵感的产生是必然的。

塔德·弗兰德（Tad Friend）在《纽约客》发表文章，解释了电影内容趋同的问题，他启发道：「侵犯版权诉讼最让人头疼的部分是，电影公司如此频繁地试图证明他们的故事借鉴颇多，因此不可能从单一来源剽窃而来。」电影公司真正的意思是：这部电影的每个部分都是偷自公开的文学作品情节、故事、话题或笑话的陈词滥调。弗伦德继续说道：

> 也许你认为人类的集体想象力可以激发出多种虚构的追踪龙卷风的方法，但似乎只有1种。斯蒂芬·凯斯勒（Stephen Kessler）为电影《龙卷风》起诉迈克尔·克莱顿（Michael Crichton）时，因为一件事而心神不宁：他关于龙卷风追踪者的剧本《追风》中，在旋风经过的道路上放置了称为Toto二代的数据采集器，就像《龙卷风》中的数据采集器Dorothy一样。辩护方指出，几年前另外两位作家创作的名为《龙卷风》的剧本提到了被称为Toto的装置，不可能这么巧合。

故事情节、话题和俏皮话一旦披上文化外衣，也许就产生了必然性，但我们渴望看到完全出乎意料的创作。有时我们相信艺术作品必须具备真正的独创性，而不是墨守成规。它的模式、基础和主题来自与众不同的人类思维，释放出独一无二的光芒。举一个产生独创性故事的独创性思维的例子：想象力丰富的《哈利·波特》系列的作者J·K·罗琳。1997年罗琳发表的《哈利·波特》获得巨大成功，之后她受到一位美国作家的指控但法院最终驳回了该指控，该作家13年前出版过一套儿童故事丛书，主人公叫拉里·波特，是父母双亡的魔法师男孩，戴着眼镜，

身边都是麻瓜。1990年尼尔·盖曼创作了一部漫画，书中，一名黑发英国男孩在12岁生日时发现自己是魔法师，并且从一位有魔力的拜访者那里得到一只猫头鹰。或者想想简·约伦1991年的故事，主人公亨利加入为年轻魔法师开办的魔法学校，必须推翻一个邪恶的巫师。接着是1994年出版的《13级台阶的秘密》（The Secret of Platform 13），讲述一个铁路站台上隐藏着通向神奇地下世界的入口。当J·K·罗琳声称她没有读过上述任何故事情节（她举例说明，关于麻瓜的书极少被印制，市场上几乎没有，盖曼的青少年漫画通常对单身母亲没有吸引力）时，我们有很多理由相信她，并且有更多理由接受这一事实，即这些灵感同时自发地产生于创作过程。艺术领域与科技领域一样，总是存在多人创新，但没有人自寻烦恼去记录相似点，除非涉及巨额财富或名声。因为有大量财富围绕《哈利·波特》，我们发现——尽管听起来有些奇怪：身边有猫头鹰的魔力男孩在魔法学校上课，从火车站平台进入他们的另类世界，这一类原本有具体情节的故事在此刻成为西方文化中的必然性事物。

正如科技领域一样，当文化溶剂准备好时，艺术形式的抽象核心就会具体化为文化的一部分。这个过程也许不止出现一次。但是任何特定的作品都会展现出不可替代的神韵和个性。如果罗琳没有创作《哈利·波特》，其他人也会写出大体相同的故事，因为这么多人已经构思出相似的情节。但是《哈利·波特》原作在细节上精致独特，除了罗琳，没有其他人可以写出来。像罗琳这样的个人的特殊才华不是必然的，作为整体的技术元素展现出来的能力才是必然的。

就像生物进化那样，任何被贴上必然性标签的事物都难以证实。要让证明过程有说服力，必须不止一次重复某个进程，每次得出的结果都相同。你必须向持怀疑态度的人显示，不管系统受到什么干扰，它都会产生相同的结果。宣称技术元素的长期轨迹是必然的，意味着要证明：如果我们重演历史，同样的典型发明会再次出现，相对顺序大致相同。没有可靠的时间机器，就不会有无可置疑的证据，但我们的确掌握3种有力证据，表明科技的发展之路存在必然性：

1. 我们发现，任何时期的大多数发明和发现由多人独立完成。
2. 我们发现，在古代，不同大陆存在独立的科技时间表，但单项的排列顺序趋向固定。
3. 我们发现，在现代，一系列进步难以阻挡、偏离或变更。

关于第一点，我们有非常清晰的现代记录：同步发现在科技领域是

常态现象，在艺术领域尚不清楚。关于第二点——古代这条线，证据更难发现，因为需要在没有文字的年代搜寻观念。我们必须依靠考古文献里记载的陪葬品的启示。有些启示表明独立探索同时产生相同的一系列发明。

在迅捷的通信网络覆盖全球、提供令人吃惊的即时通讯之前，不同大陆的文明进程基本上独立展开。在地壳板块上漂移的大陆都是巨大的岛屿。这种地理构造形成了检验同步性的实验室。从5万年前现代智人诞生到公元1000年海上航行和陆地通信有所发展，这段时期4个主要大陆——欧洲、非洲、亚洲和美洲——的一系列发明和发现各自独立产生。

史前时代，创新每年的扩散距离也许只有几英里，需要几代人的时间才能翻越一条山脉，几个世纪才能穿越一个国家。诞生在中国的发明可能经历一千年到达欧洲，从未传播到美洲。数千年时间里，非洲的发明慢慢传入亚洲和欧洲。美洲大陆和澳大利亚因为无法通过海洋而与其他大陆隔绝，直到帆船时代这种状况才被改变。输入美洲的一切技术在较短的时间窗内——公元前20000年至公元前10000年——经大陆桥进入，此后几乎不再有任何输入。澳大利亚的所有外来技术也是经由时间短暂的大陆桥——距今3万年前断开——传入，之后只有零星的传播。观念主要在单个大陆内部循环。2000年前社会发明的伟大摇篮——埃及、希腊和累范特——正好位于各大陆之间，这使得这些汇合点通常意义上的边界失去作用。但是，尽管交接地带成为前所未有的快捷的中转站，各种发明仍然缓慢地在大陆内部循环，很少跨越海洋。

当时技术交流被迫隔绝的状况给我们提供了回顾科技发展的途径。根据考古证据，吹箭筒被发明了两次，一次在美洲，一次在东南亚岛屿，外界对这两个偏远地区一无所知。这种高度隔离使吹箭筒的产生成为两个无关联地区趋同发明的典型案例。不出意料，这两个地区箭筒的设计相似——中空管，通常切割成两半绑在一起。它其实是竹管或植物块茎做成的管，简单得不能更简单了。值得注意的是组成吹箭筒的发明和创新几乎完全一致。美洲和亚洲部落都使用同种类型的带纤维衬垫的飞镖，末端都涂抹了令动物致命但不污染肉质的毒汁，飞镖都装在羽毛管里，防止有毒的镖尖刺伤皮肤，发射飞镖时都做出类似的特殊姿势。管越长，轨迹越精准，但瞄准时抖动也越大。因此，美洲和亚洲猎手的持管姿势都经过训练：双手靠近嘴，肘部向外，小范围旋转管的发射端。每转一小圈，镖尖会短时间瞄准目标。这样，精准度就不过是优雅地选择发射时机的问题了。这一整套装置两次出现，就像在两个世界发现的双胞胎。



图7–2　　吹箭筒文化的相似点。亚马逊（左）部落的箭筒射击姿势与婆罗洲（右）部落比较。

史前时期，相似的发展历程一遍又一遍地重复出现。我们从考古记录中得知，西非的能工巧匠比中国早几个世纪发明了铁器。事实上，铜器和铁器在4个大陆独立出现。美洲原住民和亚洲人各自独立驯养美洲驼和牛这样的反刍动物。考古学家约翰·罗编辑了一份两个相距12000公里的文明共有的60项文化创新清单，这两个文明是地中海沿岸文化和安第斯高原文化。这份相似发明清单包括弹弓、用捆扎好的芦苇制成的船、带手柄的圆形铜镜、尖头铅锤和鹅卵石计数板——也就是我们所说的算盘。不同社会重复出现的发明是常态现象。人类学家劳里·戈弗雷和约翰·科尔总结道：「文化演变在世界各地遵循相似的轨迹。」

不过，也许古代不同文明间的交流远比我们想象的多。史前时期的贸易非常活跃，但不同大陆之间的贸易仍然稀少。虽然如此，几个小众理论在证据很少的情况下宣称，中美洲文明保持着与中国的大规模跨洋贸易。其他推测认为玛雅文明和西非、阿兹特克和埃及（丛林中的金字塔）进行广泛的文化交流，甚至玛雅人和维京人之间也有这样的关系。大多数历史学家认为，这些可能性以及关于1400年之前澳大利亚和南美、非洲和中国深度持久关系的相似理论都不太可信。除了几种艺术形式具备某些表面相似点外，没有任何考古经验证据或文献资料表明古代存在持续的跨洋联系。即使有几艘从中国或非洲出发的船到达了——比如，哥伦布到来之前的新大陆海岸，这些偶然的登陆也不足以孕育我们发现的诸多相似之处。北澳大利亚原住民用手缝制的带有倾角的树皮独木舟与美洲阿尔冈昆人的手缝带倾角树皮独木舟出自同一来源，这种可能性非常小。相反，更有可能的情况是：它们是趋同发明，各自独立产生。

纵览各大陆发展历程，我们可以看到相似的发明序列。世界各地所有技术进程都符合明显相似的顺序。石片发明之后是火的控制，接着是石刀和石球武器。接下来是赭土颜料、埋葬尸体、捕鱼器具、轻型抛射工具、在石上打孔、缝纫、雕像雕刻品。这个序列相当统一。刀尖总是在火的使用之后产生，尸体埋葬总是在刀尖之后，弯拱技术总是先于粘接技术。有很多序列是「自然」过程。制作斧子前，显然需要掌握刀刃技术。纺织总是在缝纫之后，因为任何类型的织物都需要线。但是其他很多排序不存在简单的因果逻辑。为什么岩画作品总是先于缝纫技术出现？目前还没有公认的原因，尽管每种文明都是这样。金属制品没有理由一定产生于陶土制品（陶器）之后，可是事实总是如此。

地理学家尼尔·罗伯茨（Neil　Roberts）分析了4块大陆上人类驯养谷

物和动物的相似过程。因为每块大陆潜在的天然生物资源差异非常大（贾里德·戴蒙德在《枪炮、病菌与钢铁：人类社会的命运》一书中详细探讨了这一主题），导致多块大陆出现只有一些本土谷物或动物物种首先实现家养的情况。与此前的猜想相反，农业和畜牧业不止一次独立形成并在全世界传播。正如罗伯茨阐述的那样，更准确地说，「全面的生物考古证据显示，驯化技术在全球扩散主要发生在过去的500年间。基于3种重要谷物——小麦、稻米和玉米——的农耕体系都有独立的起源中心」。目前的共识是农业被（重复）发明了6次。这里的「发明」指的是一系列新技术，一连串生物驯化和工具。各地区发明和驯化的顺序近似。例如，多块大陆上的居民在养骆驼之前已经开始养狗，种植谷物之后才开始种植块茎作物。

考古学家约翰·特伦（John Troeng）记录了农业出现之后的53种史前发明，它们独立产生次数不止2次，而是3次，分别在3个与世隔绝的偏远地区：非洲、欧亚大陆西部和东亚/澳大利亚。其中22项也被美洲居民开发出来，意味着这些发明同时在4块大陆诞生。这4个地区分隔程度非常高，足以令特伦相信起源于这些大陆的所有发明都具有独立的趋同性。就像科技始终表现的那样，一项发明为后来者奠定了基础，技术元素的每个领域都按照似乎预先确定的顺序进化。

在一位统计学家的帮助下，我分析了这53项发明的4种序列的相似程度，发现它们与标准序列的关联度是：3个地区系数为0.93，全部4个地区为0.85。通俗地说，系数高于0.50表示非随机关联，达到1.00就是完美匹配，也就是说，0.93表明各地区的发明序列几乎完全相同，0.85稍次。考虑到不完整记录和史前年代测定的误差，这样的序列重合度具有重要意义。本质上说，科技发展方向任何时候都是相同的。

为了进一步证明存在这样的方向，研究馆员米歇尔·麦金尼斯（Michele McGinnis）和我共同编辑了一张表格，内容是关于前工业化时期的发明——例如织布机、日晷、拱顶和磁铁——何时在下列5个主要大陆出现：非洲、美洲、欧洲、亚洲和澳洲。其中一些发明产生的时代，通信和出行比史前年代更加频繁，因此它们的独立性不太确定。我们发现了83项新技术在多块大陆独立出现的史前证据。当对它们进行匹配时，又一次出现这种情况：亚洲展现的技术序列与美洲和欧洲达到极高的相似程度。

我们可以这样总结，在历史时期和史前时代，世界各个分隔地区的新技术发展路径相同。技术元素独立于发源地的不同文化、统治者的政治体系和可供使用的自然资源储备，沿着一条普适的轨迹一路走来。科技的总体进程是预设好的。

人类学家克罗伯警告说：「从文化角度看，各种发明是被预先确定的，这样的论述不应当被赋予神秘的含义。例如，它并不意味着，从时间起点开始活字印刷术就被预定要由德国人于1450年左右发明，同样1876年美国人发明电话也应该这样理解。」它仅仅表明，当过去的技术孵化出的全部必要条件准备就绪时，新的技术就会水到渠成。「作为先决条件的知识和工具到位了，新发明实质上就是必然要出现的。」社会学家罗伯特·默顿说道，他研究历史上的同步发明。一个社会的已有技术以前所未有的规模混合在一起，产生了充满活跃潜能的过饱和的母体。当合适的理念被植入这个母体时，必然的发明就会突然成形，如同水凝结成冰。但是正如科学展现的那样，水在温度足够低的情况下注定要成为冰晶，尽管如此，没有两片雪花是完全相同的。水凝固的轨迹是预定的，但是其预定状态的个性化表现具有相当大的灵活性、自由度和美感。尽管每片雪花的典型形态肯定是六边形，但是实际形态是不可预测的。如此简单的微小颗粒围绕意料之中的核心架构产生的变化无穷无尽。对于现在极为复杂的发明，这个结论的真实性甚至更高。白炽灯、电话或蒸汽机的精华结构具有必然性，但其不可预测的表现形式可以有上百万种变化，取决于它的进化环境。

这与自然界的差别不大。任何物种的诞生都有赖于其他物种组成的生态系统是否准备好养分和生存空间，激励它的新生。我们称之为共同进化，这是因为物种会相互影响。在技术元素领域，许多发现需要以其他科技物种——合适的工具或平台——的发明为前提。只有在望远镜发明一年后，很多人才观察到木星的卫星。但是工具本身不会发现新事物。预测天体存在的是天文学家。因为没有人预测到细菌，显微镜发明200年后，安东尼·范·列文虎克才发现了微生物。在方法和工具之外，新发现还需要合适的理念、预期、词汇、解释、专业知识、资源、资金和发表结果的意愿。而这些也是由新技术驱动的。

过于超前的发明或发现毫无价值，没有人可以深入研究。理想的情况是，一项创新只打开与已知世界相邻的新领域的大门，引导文化向前跃进。过度新潮的、非常规的或者不切实际的发明可能开始会失败（也许缺乏至关重要的还未发明的材料、关键市场或者正确的理解），但是如果此后由支撑理念构成的生态系统发育完善了，这样的发明也许能够获得成功。格里戈·孟德尔1865年发表的基因遗传理论是正确的，可是被忽视了35年。他的睿智见解未被大众接受，一是因为它没有解释当时生物学遇到的问题，二是因为他的阐述无法通过已知的方法付诸实践，所以他的发现超出了早期接纳者的理解范围。数十年后，科学面对的紧迫问题正是孟德尔的成果可以回答的。现在他的真知灼见距离大众只有

一步之遥。又过了几年，3位不同的科学家——雨果·德弗里斯、卡尔·埃里希·科伦斯和埃里希·切尔马克——各自独立地重新发现了孟德尔已被遗忘的成果，当然这个成果始终存在。克罗伯断言，如果有人阻止这三人重新发现孟德尔的成果，再过一年，6位科学家，而不是只有3位，将揭开这片当时已经显而易见的新领域。

技术元素的固有顺序严重阻碍社会向前跳跃式发展。如果某个缺乏一切科技基础设施的社会可以一步跨入100%清洁、轻质的数字科技时代，而跳过沉重、肮脏的工业化阶段，这将是不可思议的。数十亿发展中国家的穷人购买廉价手机，避免长时间等待安装工业时期的固定电话，这一事实给了我们希望：其他技术也可以引导社会跃进至未来。但我对手机在中国、印度、巴西和非洲的使用作了认真分析，发现世界手机市场的繁荣伴随着铜质电话线市场的相似增长。手机没有减少电话线。相反，手机出现的地方，铜线随之而来。手机让新近受过教育的消费者感觉到需要更高带宽的互联网和更高质量的语音传输，从而使铜线的市场扩大了。与其说手机、太阳能电池板及其他潜在的跳跃式技术使社会跨过工业时代，不如说它们飞速发展，加快了早应到来的工业化的步伐。

新技术以旧技术为基础，其依赖程度是我们观察不到的。尽管负载信息的电子构成现代经济必不可少的层面，但是每天发生的事情中很大一部分完全属于工业化领域：作为物质基础的原子正在移动、正在重组、正在采掘、正在燃烧、正在精炼、正在堆砌。手机、网页和太阳能电池板都依赖重工业，而工业依赖农业。

人脑的机理完全相同。我们的大脑活动大多消耗在我们甚至觉察不到的初级行为上，例如行走。另一方面，我们唯一意识到的刚进化出来的单薄的认知层是以传统过程的稳定运转为基础并与之息息相关的。会计数才会做运算。同样，会生产电话线才会制造手机。工业化完成后才能建造数字基础设施。举例来说，最近有一个为埃塞俄比亚所有医院配置电脑的宏伟计划失败了，因为这些医院没有稳定的电力供应。根据世界银行的研究，引入发展中国家的高端技术在计划终止前通常只达到5%的普及率。在传统的基础技术设施完善之前，尖端技术无法深入传播。明智的做法是，低收入国家继续快速吸收工业技术。为使高科技设备运转，需要建设高预算的基础设施——公路、水厂、机场、机器制造厂、电力系统和发电厂。《经济学人》一篇关于技术跨越的报道这样总结：「未能利用旧技术的国家在吸收新技术时处于不利地位。」

这是否意味着，如果我们打算在一个像地球一样的无人星球上殖民，需要再现历史，从尖棍、烟雾信号和泥砖房屋开始，然后逐一经历

每个历史阶段？难道不能尝试运用已有的最尖端技术从零开始建立新社会？

我认为我们应该尝试，但会以失败告终。如果我们要使火星文明化，推土机会像无线电设备一样发挥重大作用。如同低级功能支配我们的大脑一样，工业化进程支配着技术元素，虽然表面涂抹了信息化的亮色。高科技的去大众化有时不过是假象。尽管技术元素的确做到了以更少的物质完成更多的工作，但信息技术不是虚拟的无源之水。物质仍然重要。随着技术元素的进步，信息与物质合为一体，有如信息和秩序被嵌入DNA分子的原子中。先进技术是比特和原子的无缝融合。它向工业注入智能，而不是消除工业，只留下信息。

科技如同有机组织，需要连续发展而达到特定阶段。各种发明遵循这个在所有文明和社会中都存在的统一的发展顺序，不依赖人类天赋。我们事实上无法实现想要的跳跃式发展。但是当一项发明的支撑技术网络准备就绪时，它会迅速地降生，立刻出现在众人面前。人类创新进程以多种方式向物理和化学法则控制的具体形态演变，这些形态的序列由复杂性规律决定。我们把这称为科技的规则。

1. 由内森·麦沃尔德于2000年创办。———译者注

第八章 倾听科技之声
专家导读

20世纪是现代科技大发展的世纪。许多重大的发现、发明和技术创新出现在这个世纪，比如飞机、青霉素、DNA、半导体、电脑、互联网等。

20世纪50年代，寻找科技发展的「进步模式」蔚然成风。美国军方也参与到这一行列。空军研究人员发现，从1903年莱特兄弟第一次成功飞行之后的50年，飞行速度的增加似乎势不可当。按照这个速度，他们预计再过50年，人类将登上月球——事实却是，发展的速度是指数式的，比直线还快，人类在1969年就登上了月球。

电脑芯片领域的摩尔定律已经有效运转了46年（从1965年算起）。正是由于芯片的制作工艺、制造成本，以及性能遵循「指数规律」，我们今天所用到的精巧、时尚、功能强大的电脑以及各类智能设备，才有可能。

纵观电子技术、太阳能、飞行器、DNA排序技术等现代科技的飞速发展，凯文·凯利归纳出两个显著的特点。一个是「小型化」，「整个新经济是围绕这样的技术建立起来的：能源消耗很少，小型化程度很高」；另一个是科技稳步加速的「倍增时间」，即科技新品性能提升、成本下降、快速普及的速度，是按照指数曲线「窄幅波动」的。

借用古希腊命运女神摩伊赖的名字，凯文·凯利把晶体管、带宽、存储技术、像素和DNA排序的稳定增长，视为技术元素无可抑制的「天赐之物」。

这种不以人的意志为转移的巨大力量，是「倾听科技之声」时，必须用心捕捉、屏息分辨的「命运轨迹」。「看到科技在遥远未来的

命运后，我们不应该因为害怕它的必然性而退缩。相反，我们应该作好准备，奋力前行。」

20世纪50年代早期，同一种思想同时出现在很多人脑海中：世界如此有规律地飞速进步，一定存在某种进步模式。也许我们可以绘制出到目前为止的科技进步曲线，然后从这条曲线向后延伸，预测未来的前景。第一个系统地开展这项工作的是美国空军。他们需要一份关于应该为何种类型的飞机提供研究资金的长期时间表，而航空航天技术正是发展最迅猛的前沿技术之一。显然，他们应该制造可行的速度最快的飞机，可是由于需要数十年时间设计和审核才能研制出新型飞机，将军们认为粗略了解应该资助的未来技术是明智之举。

于是，1953年美国空军科学研究局编写了最快飞行器的发展历史。1903年莱特兄弟的第一次飞行速度达到每小时6.8公里，两年后速度飙升至每小时60公里。飞行速度纪录每年都会略微提高，1947年艾伯特·博伊德上校驾驶洛克希德公司的「射击之星」完成了当时最快的飞行，速度超过每小时1 000公里。1953年该纪录被四次打破，最后一次是F-100「超佩刀」，达到每小时1215公里。情况正在快速变化，一切都指向太空。根据《尖峰》（The Spike）作者达米安·布罗德里克的说法，美国空军「绘制了飞行速度曲线和它的延伸线，从中得出某些荒唐的结论。他们无法相信自己的眼睛。该曲线显示，4年内……他们可以研制出达到轨道速度的飞行器，此后用不了多久就可以摆脱地球重力的束缚。曲线暗示，他们几乎马上就可以发明人造卫星，如果愿意，也就是说如果打算花钱进行研究和设计，他们可以在卫星发明之后非常短的时间内登月」。

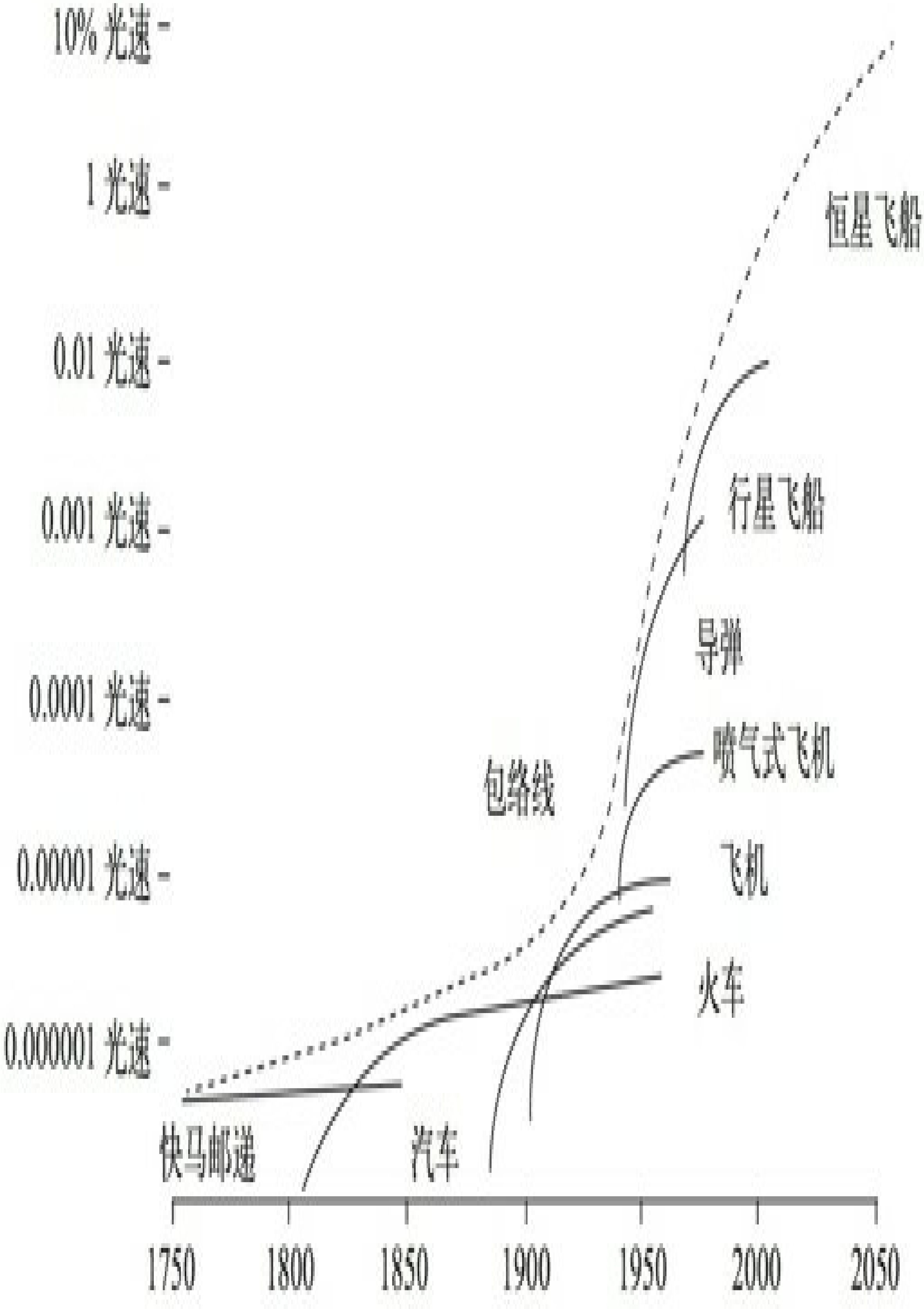

10% 光速
1 光速
0.01 光速
0.001 光速
0.0001 光速
0.00001 光速
0.000001 光速
恒星飞船
行星飞船
导弹
喷气式飞机
包络线
飞机
火车
快马邮递
汽车
1750
1800
1850
1900
1950
2000
2050

图8–1　　速度趋势曲线。美国空军绘制的截至20世纪50年代的历史速度纪录以及预期的不远将来的最快速度。

1953年时，为这些未来发展准备的技术还没有一项问世，记住这一点很重要。没人知道如何达到那样的速度并持续一段时间。即使最乐观、最坚定的远见卓识者也没有预见到登月日期会早于公认的「2000年」。唯一告诉他们可以提前实现登月的声音是一条画在纸上的曲线。这条曲线被证明是正确的，只不过政治上不正确。1957年苏联（不是美国）发射人造卫星，与时间表恰好吻合。接着12年后美国的火箭快速飞向月球。正如布罗德里克评论的那样，人类到达月球的时间「比亚瑟·C·克拉克这样的狂热太空旅行迷预期的早将近1/3世纪」。

什么是曲线知道而克拉克不知道的？它如何解释俄罗斯人以及全世界几十个团队的秘密努力？这条曲线是自我实现的预言还是对根植于技术元素本质的必然趋势的揭示？答案也许存在于自那时起绘制的其他很多趋势图。其中最著名的趋势被称为摩尔定律。简而言之，摩尔定律预测计算机芯片每18~24个月体积缩小一半。过去50年它的准确性令人吃惊。

摩尔定律可靠而且准确，但是它揭示了技术元素的一条规则吗？换句话说，摩尔定律在某种意义上是必然的吗？这个问题的答案对文明而言具有关键意义，理由有几个。其一，摩尔定律反映了计算机技术的加速发展，这又促使其他一切事物加快步伐。马力更强劲的喷气发动机不会导致更高的玉米收成，更优良的激光器不会加快药品研发的速度，但是运算速度更快的计算机芯片可以带来这一切。今天所有技术唯电脑技术马首是瞻。其二，在关键技术领域发现必然性向我们暗示技术元素其他领域也许存在恒定性和方向性。

1960年，道格·恩格尔巴特（Doug Engelbart）首先注意到计算机能力稳步增强这一具有开创意义的趋势。恩格尔巴特是位于加利福尼亚帕罗奥图市的斯坦福研究所（即现在的斯坦福国际咨询研究所）的研究员，后来发明了现在全球通用的「视窗和鼠标」的计算机界面。恩格尔巴特最早以工程师身份开始职业生涯时在航空航天业工作，通过风洞检验飞机模型，在那里他理解了系统地缩小比例将如何导致各种收益和意料之外的结果。模型越小，飞行效果越佳。恩格尔巴特推测缩小比例——也就是他所谓的「相似性」——的收益怎样转变成斯坦福研究所一直在跟踪的新发明——集成硅芯片上的多晶体管。也许电路体积缩小，可以产生与飞机模型同类型的神奇相似性：芯片越小越好。在1960年国际固体电路会议上，恩格尔巴特向工程师听众发表了他的观点。此次会议的参加者包括戈登·摩尔，他是新成立的集成电路制造企业仙童半导体公司

的研究员。

接下来的几年时间，摩尔开始跟踪研究最早的芯片样品的真实统计数据。到了1964年，他已经有足够的数据点用来推算到当时为止的曲线斜率。随着半导体工业的发展，摩尔不断添加新数据点。他跟踪各类参数——已经制造出来的晶体管数量、单个晶体管成本、管脚数量、逻辑速度和单片晶圆所含元件。而其中一类参数的变化与一条光滑曲线吻合。这种走势反映了其他任何事物都没有反映的规律：芯片将以可预测的速度越变越小。可是这条规律能保持多久呢？

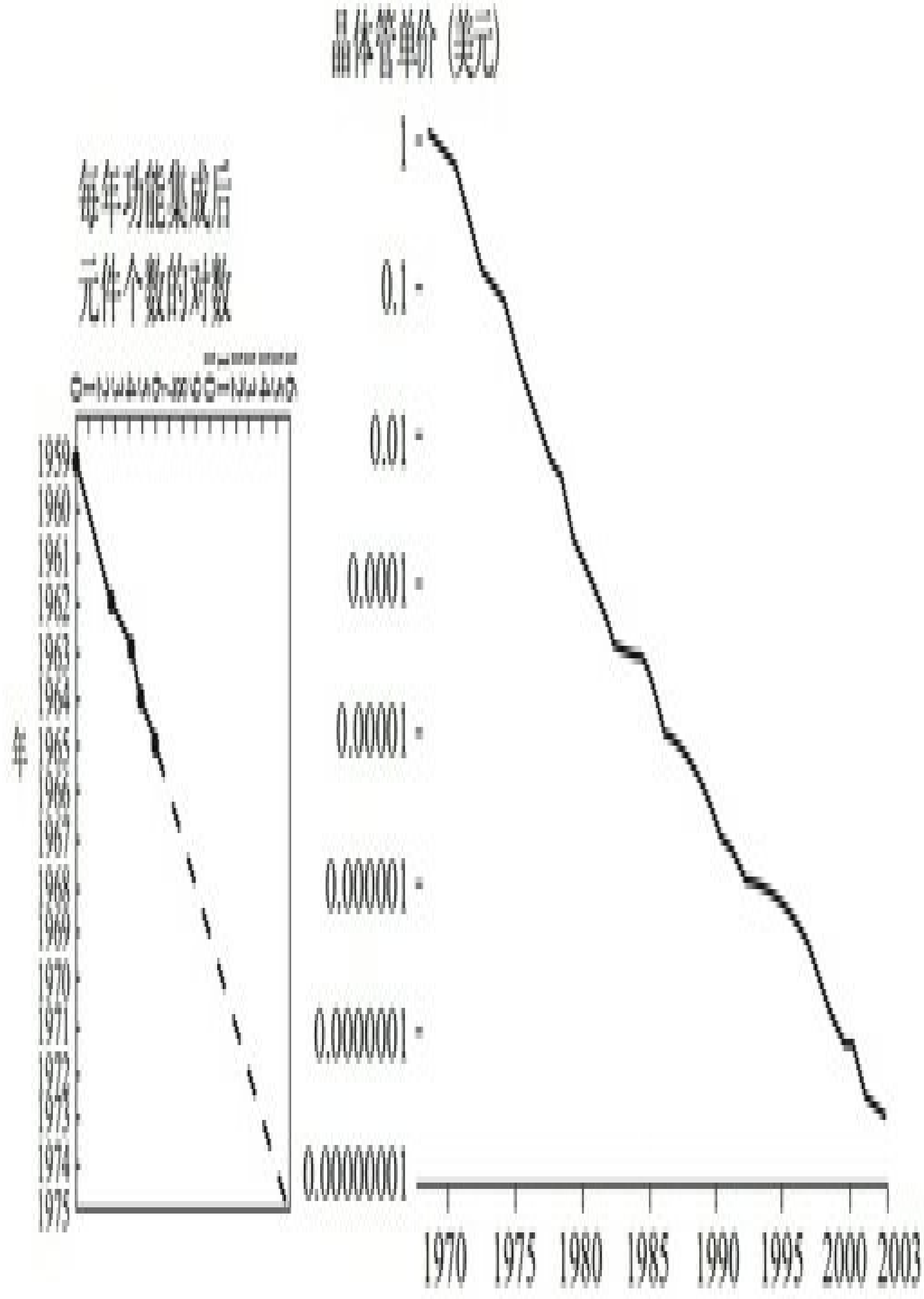

晶体管单价（美元）
1
0.1
0.01
0.0001
0.00001
0.000001
0.0000001
0.00000001
1970
1975
1980
1985
1990
1995
2000
2003
每年功能集成后
元件个数的对数
年
1959
1960
1961
1962
1963
1964
1965
1966
1967
1968
1969
1970
1971
1972
1973
1974
1975

图8–2　　绘制摩尔定律图。摩尔定律的原始曲线图只包含5个数据点以及用粗点划线表示的未来10年预测（左）。右边显示的是1968年之后摩尔定律继续发挥作用。

摩尔承接了他的加州理工学院校友卡弗·米德的思想。米德是电气工程师和早期晶体管专家。1967年摩尔问米德，微电子系统微型化将会受到何种理论性约束。米德毫无头绪，但他经过计算后得出惊人发现：芯片效率的增长幅度将是其尺寸减少量的三次方。微型化的收益是指数级的。微电子系统不只是更加便宜，而且性能也更加优良。摩尔这样评论：「通过小型化，一切技术都会同步改进。没有必要在尺寸和效率之间进行取舍。产品问世速度提高，耗电量下降，系统可靠性突飞猛进，同时制造成本由于技术发展而显著下降。」

今天，我们观察摩尔定律曲线图时，可以从它50年的表现中寻觅到若干显著特征。首先，这是一幅加速图。直线不单纯表示增长，线上各点反映的是10倍的增长（因为横轴是指数比例）。硅芯片计算能力不仅越来越强大，而且改进速度也越来越快。21世纪前，50年持续加速在生物领域非常少见，在技术元素领域则从未发生。因此这张图既是显示硅芯片发展速度，又体现了文化加速现象。事实上，摩尔定律代表了未来加速规律，这个规律构成我们对技术元素预期的基础。

其次，即使匆匆一瞥，也能发现摩尔定律曲线惊人的规律性。从最早的数据点开始，它的延展出奇地整齐。芯片的改进50年没有间断，以相同的加速度呈现出指数级发展形态，不偏不倚。即便是苛刻的技术狂人也只能绘制出这么直的曲线。这条规整的无波动轨迹源自全球市场的混乱和未经协调的残酷的科技竞争，这真的有可能吗？摩尔定律反映的是物质和计算能力推动的方向，还是这种由经济野心造就的人工制品的稳步发展？

摩尔和米德认为是后者。2005年，在纪念定律诞生40周年的庆典上，摩尔写道：「摩尔定律的确是关于经济的。」卡弗·米德表达的意思更清晰。他说，摩尔定律「事实上与人们的理念体系有关，它不是自然法则，是人类理念的体现，当人们信仰某种事物时，他们会付出精力让美梦成真」。他担心这样的表述还不够清楚，又进一步写道：

> （摩尔定律）发表很久以后，人们开始回顾它过去的表现。从过往看它确实是一条通过某些数据点的曲线，因此看上去像自然法则，人们也是这样谈论它的。可实际上，如果你们像我一样仔细玩味，就会发现它不像自然法则。它完全与人类行为和前景有关，与你们可以选择什么理念有关。

最后，卡弗·米德在另一次解释中补充道，「选择相信（摩尔定律）将继续发挥作用」是该定律继续有效的推动力。戈登·摩尔在1996年的一篇文章中对此表示赞同：「最重要的是，一旦这样的事物得以确立，多少会成为自我实现预言。半导体行业联盟制定了一份技术路线图，其中仍然包含每3年一次（更新换代）的内容。行业里的每个人都意识到，如果不能基本上达到曲线的目标，他们就要退步。因此它可以说是自我驱动。」

显然，未来进步预期引导当前投资，不只是半导体，所有技术领域都是如此。摩尔定律的固定曲线有助于集中资金和智慧去实现非常具体的目标——与定律齐头并进。我们认同自我构建的目标是这种定期进步的原动力，唯一的问题在于，其他也许从同种理念中受益的技术没有展现出同样的快速发展。如果这只是与相信自我实现预言有关，那么为什么我们在喷气发动机、合金钢或玉米杂交这些领域的发展历程中看不到摩尔定律式的增长？无疑，这种奇妙的基于理念的加速发展为消费者带来理想产品，为投资者创造数十亿美元的财富。不难发现企业家热衷于相信此类预言。

那么，什么是摩尔定律曲线告诉我们而内行人士没有意识到的？这种稳步加速不仅仅得益于认同，它产生自科技本身。还有一些科技产品——也以固态物质为原料——表现出与摩尔定律相似的稳步增长曲线。它们似乎也服从明显稳定的指数级进步的大致定律。考虑一下过去20年通信带宽和数字存储产品的价格变动，它们的指数级增长图形与集成电路的相似。除了斜率，这些曲线图其他方面非常相似，因此认为这些曲线是摩尔定律的体现也是合理的。电话高度计算机化，存储盘是计算机的器官。既然通信带宽和存储容量在速度及廉价性上的提高直接或间接依赖不断加快发展的电脑能力，那么将带宽和存储设备的未来命运与计算机芯片分离是不可能的。也许带宽和存储容量曲线是同一定律的衍生物？没有摩尔定律的关照，它们还能不断进步吗？

高科技行业的核心圈将磁存储器价格的快速下跌称为克莱德定律。它是计算机存储领域的摩尔定律，以硬盘厂商希捷公司的前技术总监马克·克莱德（Mark Kryder）的名字命名。克莱德定律认为硬盘性价比每年以40%的固定比例成指数级上升。克莱德说，如果电脑不再年年改进、降价，存储能力仍将继续提高。按照克莱德的话就是：「摩尔定律和克莱德定律没有直接联系，半导体设备与磁存储器的物理性能和制造过程不同。因此，很有可能即使半导体的微缩停止，硬盘仍将继续变化。」

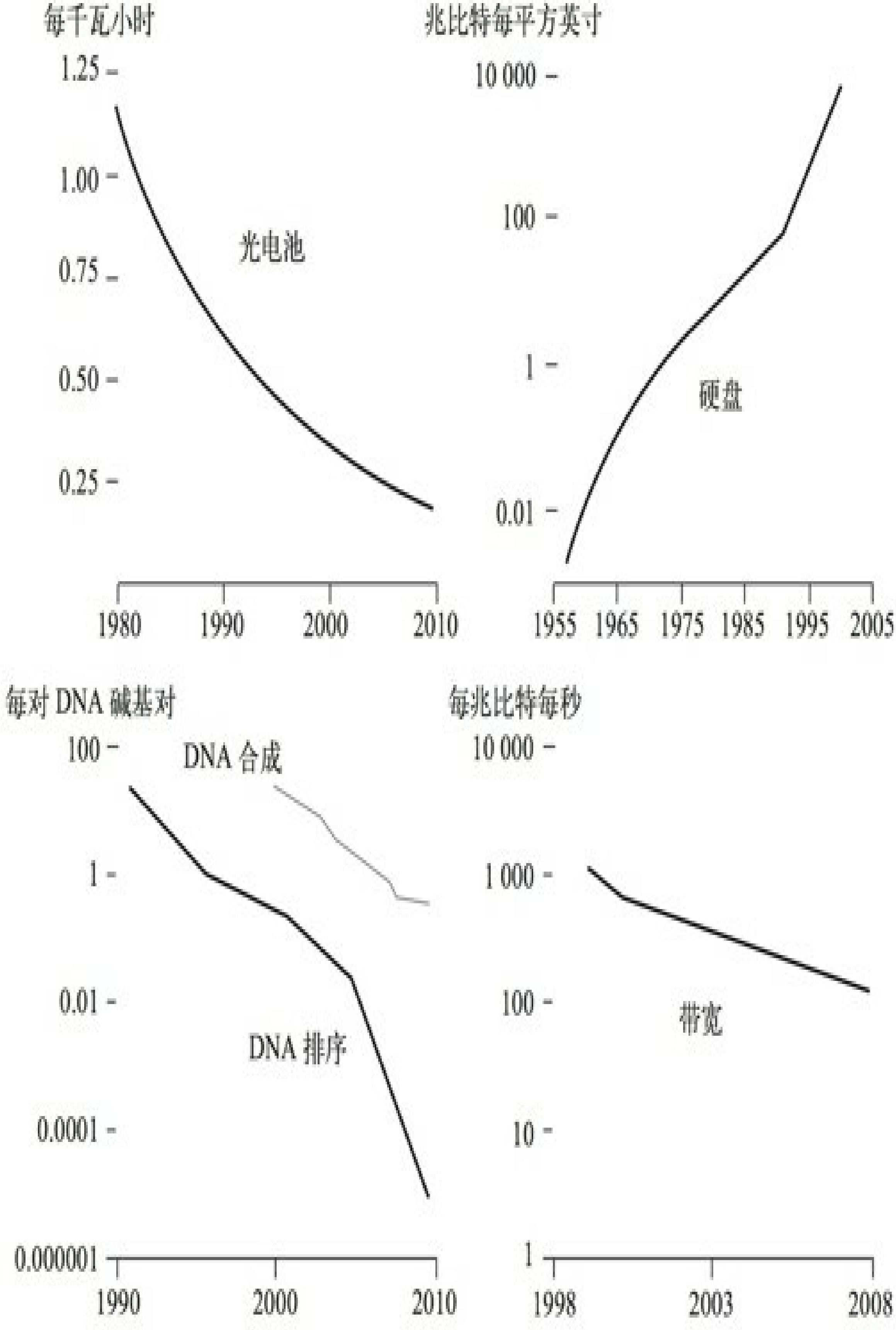
拉里·罗伯茨（Larry Roberts）是互联网最早版本阿帕网的负责人，

他保存了通信技术进步的详细统计数据。他注意到，通信技术总体上也表现出类似摩尔定律的性能进步。罗伯茨的曲线显示通信成本稳定的指数级下降。通信线路的发展也有可能与芯片的改进相关吗？罗伯茨说，通信技术的优劣「受到摩尔定律的深刻影响，其发展历程与摩尔定律非常相似，但不像人们认为的那样完全相同」。

还可以用另一种方式描述加速过程。大约有10年时间，生物物理学家罗伯·卡尔森（Rob Carlson）一直在为DNA排序及合成的改善绘制表格。这种技术合成单对碱基对的成本曲线与摩尔定律相似，也表现出沿对数坐标轴稳定下降的趋势。如果计算机停止年年进步、提高速度和降价，DNA排序及合成会继续加速优化吗？卡尔森回答：「如果摩尔定律不再生效，我认为不会有太大影响。它可能影响到的一个领域是处理原始序列信息，使之转化为人类可以理解的形式。大量处理DNA数据的成本至少和获得自然界的DNA序列一样高。」

与计算机芯片的指数级稳定发展相同的趋势也在推动3种信息技术行业进步，对这3条轨迹最感兴趣的观察者——真正发现各自「定律」的人——都相信，这些进步轨迹显示的是独立加速过程，不是处于支配地位的电脑芯片发展进程的派生物。

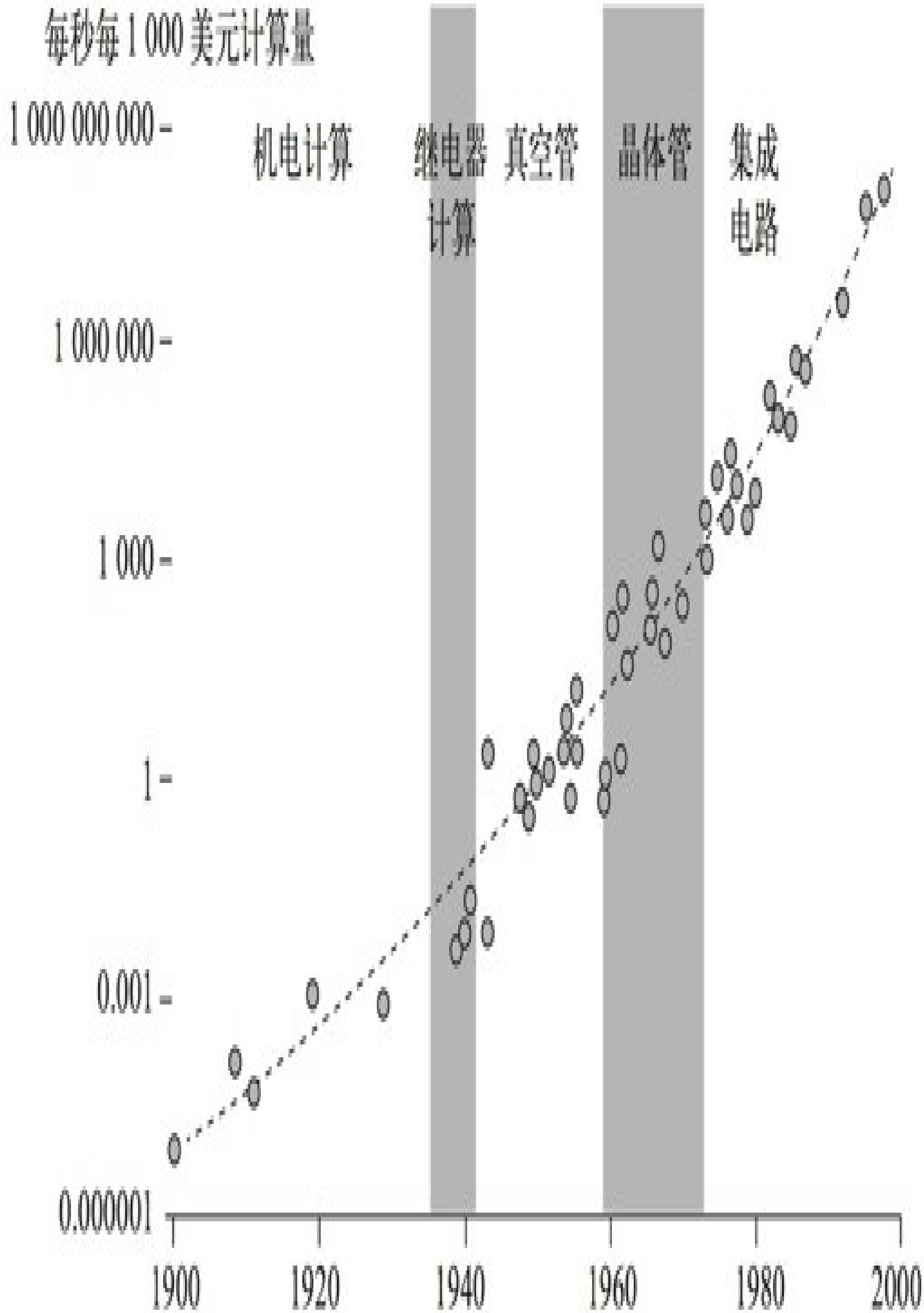
同样，我们有其他理由认为像定律一样的进步趋势一定不只是自我实现的预言这么简单：与曲线吻合的情况开始时间经常远远早于人们注意到定律的存在，在人们能够对其施加影响之前已走过一段长路。磁存储器的指数级进步开始于1956年，比摩尔提出他的半导体定律早了几乎10年，比克莱德发现他的曲线斜率提前了50年。罗伯·卡尔森说：「当我第一次发表DNA的指数级曲线时，有评论家声称他们没有看到任何迹象表明排序成本正在呈指数级下降。甚至在人们不相信存在趋势时，它就已经开始发生作用了。」



每千瓦小时
1.25
1.00
0.75
0.50
0.25
光电池
1980
1990
2000
2010
兆比特每平方英寸
10 000
100
1
0.01
硬盘
1955
1965
1975
1985
1995
2005
每对 DNA 碱基对
100
1
0.01
0.0001
0.000001
DNA 合成
DNA 排序
1990
2000
2010
每兆比特每秒
10 000
1 000
100
10
1
带宽
1998
2003
2008

图8–3　　其他4种定律。光电池：太阳能电力成本下降（单位为每千万美元），预期将以线性模式延续这一走势。硬盘：每年可产生的最大存储密度。DNA排序：为每对DNA碱基对排序或合成的成本呈指数级下降。带宽：每兆比特每秒的成本呈指数级下降。

发明家和作家雷·库兹韦尔深入研究档案资料，证明类似摩尔定律的趋势早在1900年就开始了，那时电子计算机还远未成形，自然，通过自我实现构建的发展路径更是遥遥无期。库兹韦尔估算出世纪之交的模拟机、之后的机械计算器以及再后面的第一台真空管计算机每秒钟花费1000美元所能达到的计算量，然后用现代半导体芯片完成同样的计算量。他确定这个速度过去109年来呈指数级增长。更重要的是，该曲线（让我们称之为库兹韦尔定律）贯穿5种相异的计算技术类型：机电计算、继电器计算、真空管、晶体管和集成电路。一个未被观察到的由5种不同技术范式100多年来构成的连续进程一定包含了比行业路线图更多的内容。它给我们这样的启示：这些速度本质上受到技术元素结构的支持。



每秒每1 000美元计算量
1 000 000 000
1 000 000
1 000
1
0.001
0.000001
机电计算
继电器计算
真空管
晶体管
集成电路
1900
1920
1940
1960
1980
2000

图8–4　　库兹韦尔定律。雷·库兹韦尔将早期的计算方法转换为统一的计算单位，以获得摩尔定律的稳定预测。

我们可以从DNA排序、磁存储器、半导体、通信带宽和像素密度的刚性发展加速度中感受科技的规则。一旦某种稳定曲线得以揭示，科学家、投资者、营销人员和记者都会紧抓这条轨迹线不放，用它指导实验、投资、销售计划和宣传。理论转变为现实。同时，由于这些曲线脱离我们的意识而产生和发展，围绕一条直线小幅波动，承受巨大的竞争和投资压力，因此它们的进程必定在某些方面受制于现有资源。

为了理解此类规则延伸至技术元素的深度，我尽可能地收集目前很多指数级进步的例子。我排除了这样的例子：产生的总数量（瓦特、千米、比特、碱基对、贸易量等）呈指数级增长是因为人口增长引起的。即使效率没有提高，人口增加，消耗的资源就会增多。确切地说，我要找的例子应当能够反映效能比（例如每英寸多少磅、1美元产生多少光照）稳定上升，即使不是加速上升也可以。下面是一组我很快就找到的例子，它们的效能比呈双倍增长。时间范围越小，加速度越大。

第一件应该注意的事是，所有这些例子显示的都是小型化或者处理小物件产生的效果。我们没有发现扩大化带来的指数级发展，例如扩大摩天大楼或太空站。飞机不是因为越来越大才越来越快或者以指数级速度提高燃油使用效率。戈登·摩尔开玩笑说，如果航空技术经历了英特尔芯片那样的发展，现代商业飞机将花费500美元在20分钟内环游地球，耗油量只有5加仑。而且，飞机只有鞋盒大小。

与我们生活的宏观世界不同，在这个微观领域，能量不是非常重要。这就是我们没有看到扩大化过程会产生摩尔定律式进步的原因：能量需求也同样快速地扩大了，而且能量是重要的限制性约束，与信息不同，信息可以自由复制。这也是太阳能电池板和电池（只有线性改进）的性能不呈现指数级发展的原因：它们产生或存储大量能量。因此整个新经济是围绕这样的技术建立起来的：能源消耗很少，小型化程度很高，例如光子、电子、像素、频率和基因。随着这些创新技术的微缩化，它们的触角进一步伸向裸露的原子、自然界信息或非物质要素。所以，它们固定的必然的发展历程来源于这种自然本质。

技术	度量依据	月份数
光导纤维容量	单模纤维工作波长	9
光纤网络	每比特耗费美元	9
无线传输	每秒比特量	10
通信	一美元产生比特量	12
磁存储密度	每平方英寸含千兆位	12
数码相机	一美元产生像素量	12
微处理器	单周期耗费美元	13
超级计算机能力	浮点八进制	14
RAM	一美元产生兆位	16
晶体管	单支晶体管成本	18
CPU 耗电量	每平方厘米耗费瓦特	18
像素	单个阵列含像素量	19
硬盘存储	一美元产生的千兆位	20
芯片	每秒百万条指令	21
DNA 排序	单对碱基对耗费美元	22
中继链接数据速度	每秒比特量	22
微处理器	单块芯片晶体管数	24
单片机	一美元产生的兆赫	27
带宽	每秒耗费一美元产生千兆	30
微处理器	赫兹	36

表**8-1**倍增时间。各种技术性能提升速度，以性能提高一倍所需的月份数度量

技术度量依据月份数

光导纤维容量单模纤维工作波长9

光纤网络每比特耗费美元9

无线传输每秒比特量10

通信一美元产生比特量12

磁存储密度每平方英寸含千兆位12

数码相机一美元产生像素量12

微处理器单周期耗费美元13

超级计算机能力浮点八进制14

RAM一美元产生兆位16

晶体管单支晶体管成本18

CPU耗电量每平方厘米耗费瓦特18

像素单个阵列含像素量19

硬盘存储一美元产生的千兆位20

芯片每秒百万条指令21

DNA排序单对碱基对耗费美元22

中继链接数据速度每秒比特量22

微处理器单块芯片晶体管数24

单片机一美元产生的兆赫27

带宽每秒耗费一美元产生千兆30

微处理器赫兹36

第二件值得注意的事是，这组实例的数据点都是围绕斜率曲线——即倍增时间（以月份计）——窄幅波动。这些技术的特定性能不断优化，在8~30个月之间提高一倍。（摩尔定律每18个月实现一倍提升。）所有技术参数一年或两年内提升为原来的两倍。这是如何实现的？工程师马克·克莱德的解释是，「一年或两年内提升为原来的两倍」是公司架构导致的，这些发明大多数发生在公司。构思新技术、设计、制造样机、检测、投入生产和销售正好需要一年或两年的时间。虽然5倍或10倍的提升很难实现，可是几乎每个工程师都能够完成两倍这个系数。就是这样！每两年两倍改进。如果这是事实，它表明，尽管进步的稳定轨迹直

接来自技术元素，但实际变化斜率不是天定数字（例如每18个月倍增），而是根据人类工作周期产生的。

目前，虽然这些曲线看起来会无限延伸，可是在未来某个时刻，所有曲线将呈现高位平台走势。摩尔定律不会永远生效。这就是生活。任何特定的指数级进步必然会趋于平缓，符合典型的S型曲线。这是发展的典型模式：经过缓慢爬升后，收益像火箭一样直线上升，长时间保持这种趋势，最后转入平稳形态。回到1830年，美国的铁路总里程有37公里，此后60年间这个数字每10年增加一倍。1890年，任何理智的铁路爱好者都会预测美国100年后将拥有数亿公里铁路，家家户户通铁路。事实上，美国的铁路总里程最终只有不到40万公里。可是，美国人没有因此停止出行。我们只是借助其他类型的发明改变出行方式，更换交通工具。我们建造供汽车行驶的公路，还有机场。我们旅行的距离越来越远，但相关技术的指数级增长曲线已经达到顶峰，进入高位平台期。

技术元素的多数扰动产生于我们的这种倾向：改变我们感兴趣的事物。掌握一种技术会引发对新技术的欲望。最近的一个案例是：第一台数码相机的图像分辨率非常低，于是科学家开始不断增大单个传感器的像素密度，提高照片质量。当时他们并不知道，每个阵列能够包含的像素数量将呈指数级增长，朝着百万像素目标前进，并超越该目标。百万级像素的持续增长成为新相机的卖点。可是经过10年的加速发展，越来越密集的像素对消费者不再有吸引力，因为他们认为现在的分辨率已经足够。取而代之的是，他们关注像素传感器的工作速度和对暗光的灵敏度——过去没有人关心这些问题。于是，新的度量依据诞生了，新的曲线开始了，而单个阵列所含像素数的指数级曲线将逐渐趋向平滑。

摩尔定律的命运与此类似。何时终结？无人知道。数十年前，戈登·摩尔本人预测，当制造能力达到250纳米级时（该目标1997年就被超过），他的定律将寿终正寝。今天，半导体行业的目标是20纳米。不论摩尔定律——就晶体管密度而言——是否还能经历10年、20年或30年的发展并推动经济增长，我们可以肯定，它会像过去的其他趋势一样逐渐退出历史舞台，升华为新的增长趋势。当摩尔定律淡出时，我们将找到替代方案，再制造一百万倍的晶体管。事实上，目前单块芯片的晶体管数量已经足以完成我们的目标，前提是我们知道如何完成。

摩尔是从计量每平方英寸的「元件」数开始，然后才转向晶体管的，现在我们估算耗费一美元制造的晶体管数量。正如计算像素时发生的那样，一旦电脑芯片的某个指数级趋势（例如晶体管密度）减速，我们就开始关注新参数（例如，工作速度或关联器件数量），于是我们启用新的度量依据，绘制新曲线。突然间另一条「定律」得以揭示。随着

新技术的特征被我们研究、利用和优化，它的正常速度也被发现。当人们延伸这条轨迹时，它就变为创造者的目标。以计算机信息处理技术为例，假以时日，这种最近发现的微处理器特性将产生新的摩尔定律。

如同1953年美国空军绘制的最快速度曲线图一样，这条曲线也是技术元素与我们对话的一种方式。卡弗·米德曾经在全美巡回宣传摩尔定律的波浪图，他相信我们有必要「倾听科技之声」。所有曲线发出同一个声音。当一条曲线不可避免地走向衰竭时，新的S形曲线将继承它的动能。如果我们近距离地审视任何一条长期曲线，可以看到定义和度量依据随时间而变化，以吸纳新的替代技术。

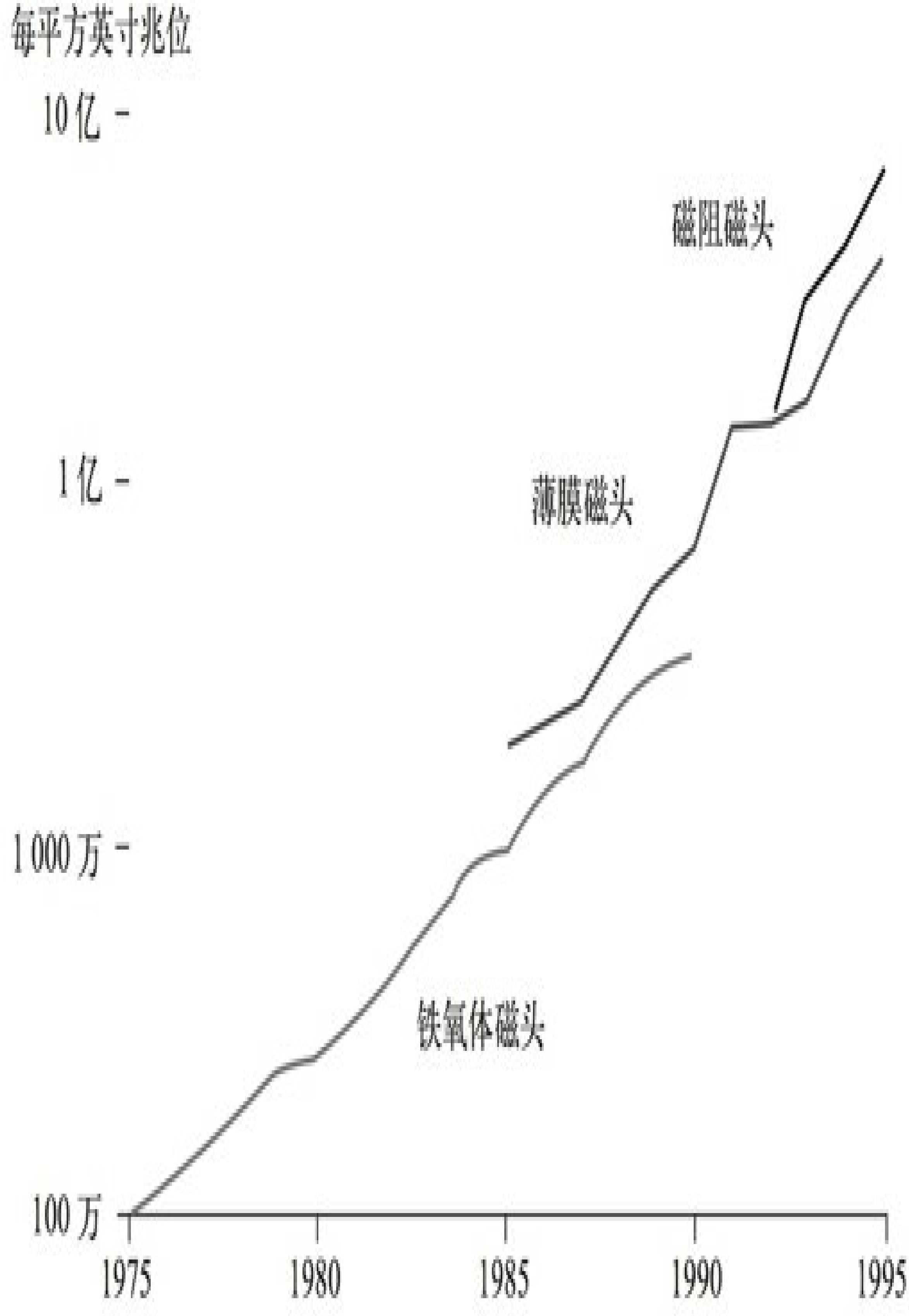

每平方英寸兆位
10亿
1亿
1 000万
100万
磁阻磁头
薄膜磁头
铁氧体磁头
1975
1980
1985
1990
1995

图8–5　　　克莱德定律的连续性。磁存储密度技术曲线无间断地连续穿过不同的技术平台。

例如，仔细观察关于硬盘存储密度的克莱德定律，可以发现它是由一系列重叠的较短的趋势线构成的。第一种硬盘技术为铁氧体磁头技术，流行时间为1975~1990年。第二种为薄膜磁头，性能略有改进，速度略为提高，使用时间为1985~1995年，与铁氧体存在部分重合。第三次创新产生磁阻磁头技术，1993年投入使用，改进速度更快。三条曲线的斜率略微有些不均衡，但它们共同形成一条无波动的轨迹线。

图8-6详细分析了基因技术的发展历程。若干反映有限指数级增长期的部分重叠的S曲线组合成自然形成的长期指数级增长线。这个大趋势跨越多个技术阶段，由此具备了强大的影响力。当一次指数级增长与下一次对接时，已确立的技术将它的动力传递给下一个范式，推动连续增长。前一条子曲线的确切度量依据也变为下一条的依据。例如，也许开始时计算像素大小，接着转换为像素密度，然后又变成关注像素速度。最后的特性可能在最初的技术中并不明显，在经历长期发展后才显现出来，也许产生无限延续的长期趋势。在计算机的例子中，因为芯片性能的度量依据在不同技术阶段被连续地重新设定，经过再定义的摩尔定律将永不消逝。

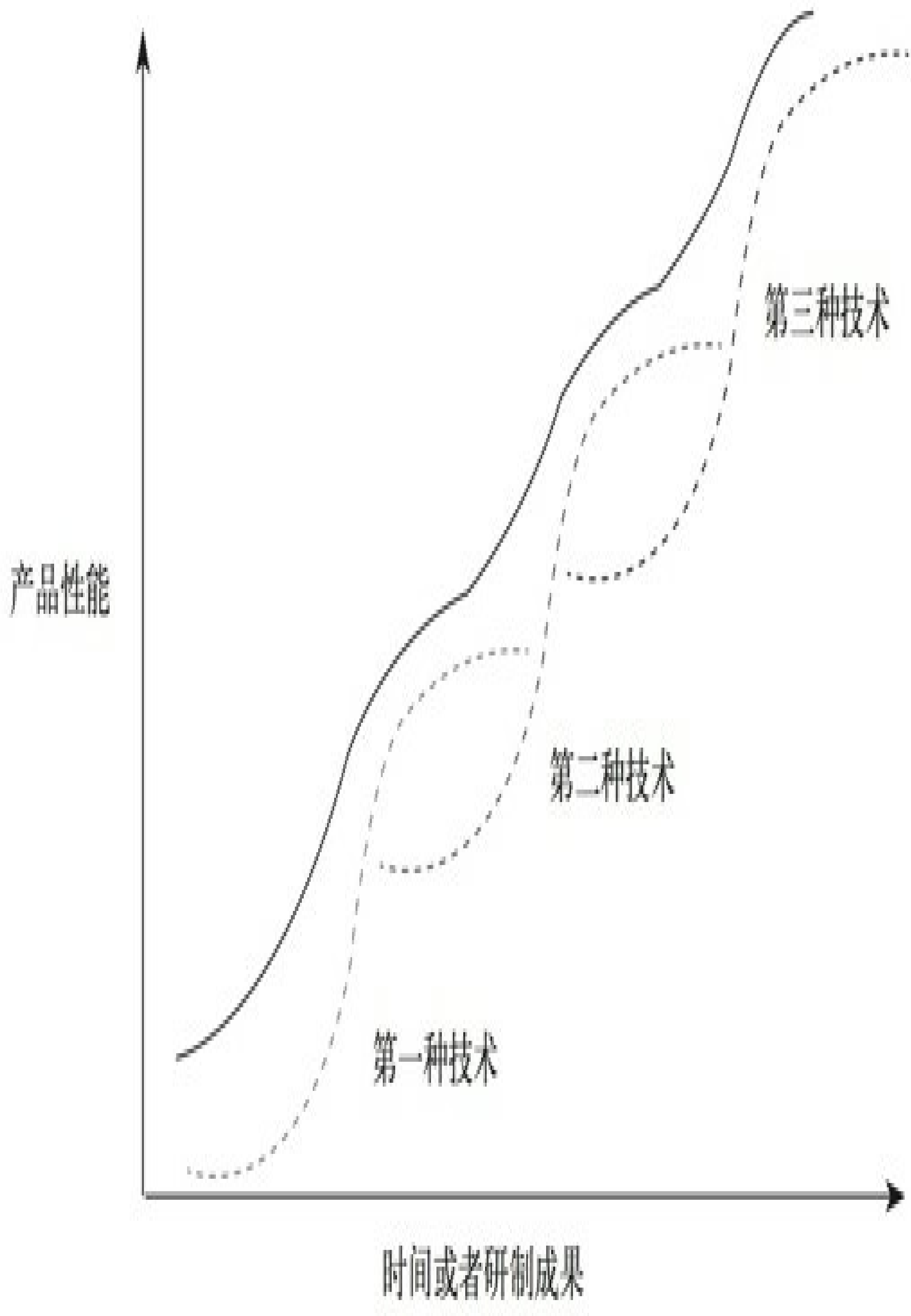

第三种技术
产品性能
第二种技术
第一种技术
时间或者研制成果

图8–6　　复合型S曲线。在这张理想图中，技术性能用纵轴表示，时间或研制成果用横轴表示。一连串子S曲线构成自然形成的更大规模的稳定斜线。

晶体管密度不断增加的趋势渐渐消失，这是不可避免的。但是平均而言，在可预见的未来，数字产品的性能每两年大致提高一倍。这意味着，最具文化意义的重要设备和系统每年工作速度提高50%，价格下降一半，性能改善50%。想象一下这样的情景：每年智商提高一半，或者今年记忆量比去年增加50%。深嵌在技术元素（就现在已知的部分而言）内部的是每年进步一半的非凡能力。摩尔的期望是：明天，一切将发生显著的、真正的、称心如意的改善，价格也更加低廉。我们这个时代的乐观主义就是建立在这种期望的稳定发展的基础上。如果我们创造的事物每一次都会有进步，那意味着黄金时代就在前方，而不是在过去。可是如果摩尔定律不再发生作用，我们的乐观主义也将终结吗？

即使我们希望出现这样的结果，地球上又有什么力量可以使摩尔定律的长期轨道发生偏离呢？假定我们是一个试图终止摩尔定律的巨大阴谋的一部分。也许是因为我们相信它导致了过度的乐观主义，并激发了这样不切实际的预期：一种可以让我们永生的超级人工智能将会出现。我们该怎么办？如何阻止它？有些人认为它的力量主要来自自我强化的预期，他们会说：宣布摩尔定律将要终止，就可以了。如果数量足够的聪明的追随者宣布摩尔定律完结，它就会完结。自我实现预言的循环将被打破。而摩尔定律所要做的就是找到某个标新立异的人，让它继续发挥作用，推动更加深入的进步，于是魔咒将会失效。直到小型化过程达到物理极限，这场竞赛才会停止。

更加聪明的人也许会这样推断：既然作为整体的经济制度决定摩尔定律的倍增时间，人们可以不断恶化经济状况，直到摩尔定律终结。也许通过武装革命，可以实施强制性的命令型政策，导致经济疲软，进而摧毁造成计算机能力指数级增长的基础设施。这种可能性引人入胜，但也令人心存疑问。如果在假想的历史中，共产主义取得冷战胜利，微电子系统诞生于全球性的苏维埃模式社会，我猜想即使这个替代政府也不能抑制摩尔定律。进步也许以更慢的速度产生，其曲线斜率更小，倍增时间可能为5年。可是我并不怀疑，拥护共产主义的科学家将深入了解这条微观领域的定律，不久就会像我们一样对同样的技术奇迹感到震惊：当人们持续地采用阶段性研究成果时，芯片就呈现指数级的发展形态。

对于摩尔定律，除了倍增时间，我们是否还有更多了解，对此我表示怀疑。摩尔定律是我们这个时代的摩伊赖。在希腊神话中，摩伊赖是

三位命运女神，通常被描述为表情严肃的未婚女子。三位摩伊赖中，一位织出新生儿的生命之线，一位报出线的长度，还有一位在人死之际切断生命之线。人的出生和死亡是命中注定的，但中间过程却是自由演绎。人类和神灵都可以在人的终极命运范围内发挥作用。

摩尔、克莱德、罗伯茨、卡尔森和库兹韦尔揭示的不以意志为转移的轨迹贯穿技术元素的发展过程，成为一条长线。线的方向是必然的，由物质本质和创新决定。但它的曲折路径是开放性的，留待我们去完成。

倾听科技之声，卡弗·米德这样说。那些曲线告诉我们什么？假设现在是1965年。你已经看到戈登·摩尔发现的曲线。如果你相信曲线向你讲述的故事：每年，就像夏日消逝冬日将至、黑夜过去白昼到来一样确定，计算机的性能提高一半、体积缩小一半、价格降低一半，年复一年，50年内它们将比现在强大3000万倍。（这已经发生了。）如果1965年你确信这样的预测将会变成现实，甚至深信不疑，你将收获多么巨大的财富！你不需要其他任何预言、任何预测、任何提高未来收益的细节。作为社会成员，假如我们只相信摩尔发现的单一轨迹，对其他不屑一顾，那么我们将接受不同的教育、进行不同的投资，更加明智地作好准备抓住它释放出来的惊人力量。

晶体管、带宽、存储、像素和DNA排序的稳定增长率是历史短暂的人类在加速发展的技术元素领域首次梳理出来的摩伊赖之线。一定还有其他摩伊赖之线等待人类创造新工具去发现它们。这些「定律」是技术元素的反射，超然于社会环境而发生作用。当它们表现为有规则的序列时，也会孕育进步，激发新力量和新欲望。也许这些自我控制的动力将出现在基因工程领域、制药业或认知领域。一旦某个领域的增长动力释放出来并被人们观察到，财力、竞争和市场这些助推剂将推动相应的定律发挥最大效力，使之始终沿既定曲线发展，直至耗尽潜能。

我们的选择是准备接受这样的天赐礼物——以及随之而来的问题，这具有重要意义。我们可以选择提高预测这些必然性增长的能力；可以选择让自己和后代接受教育，增加文化知识，聪明地运用这些定律；还可以选择修正法律、政治和经济假设，以迎合未来必将出现的趋势。可是我们不能逃避它们。

看到科技在遥远未来的命运后，我们不应该因为害怕它的必然性而退缩。相反，我们应该作好准备、奋力前行。

第九章 选择必然
专家导读

谈到「必然」，人们总是会僵化地理解这个概念，不能看到它在历史长河中掺杂的各种纷繁复杂的偶然性、适应性。

从可视电话这个例子开始，凯文·凯利识别出「必然」的两种含义：一种是指某个发明必然对应一种实物存在，「它迟早会被某个疯狂爱好发明的人竭尽所能拼凑出来」；另一种「更具实质性的意义，是一定程度的共识和生命力」。

从宏观来看，过去数千年的科技发展，「预定着未来的科技进程」。现代铁路的轨距是4英尺8.5英寸，这个尺寸从何而来？还有火箭的直径，大约也不超过这个数字太多，这又是为何？如果你知道罗马帝国时期修筑的罗马大道的宽度，是由驾驭战车的两匹战马的宽度决定的，就会对这句话报以会心的微笑：「世界上最先进的交通体系的一个重要参数，2000年前就已经由两匹马的屁股宽度决定了。」

从微观来看，科技发明似乎充满了变数、不确定性和偶然性。「重新发明轮子」的事情并不稀奇，一些聪明的发明因为时机尚不成熟尘封数年，也比比皆是。

但是，整体看来，科技发展的方向性势不可当。凯文·凯利将此概括为「科技的三元力量」。

首要的推动力是预定式的发展，即「科技自身的需求」，其次是科技史的影响，最后是人类社会在开发技术元素或确定选择时的集体自由意志。

前两种分别显示了技术元素内在的、规律性的、符合物理化学定律的发展态势，以及历史长河的进化作用。这与生物进化的历程较为类似，即内在的进化驱动力，「意外事件和偶然机会引导进化过程百转千回」。

但是第三种力量更加值得关注。这种「集体自由意志」意味着技术元素的进化历程，与人的进化历程交织、缠绕在一起密不可分。用心理学家谢里·特尔克的话说，「科技是人类的『第二自我』」。

作为第一章「我的疑惑」的回应，凯文·凯利认为，「技术元素在我们心目中激起的矛盾归因于我们拒绝接受自己的本性——事实是我们与自己制造的机器连为一体」。

作者对自己的疑惑给出了这样的回答：对人类而言，担忧是否应该拥抱科技已经完全没有意义了，「我们已经不只拥抱，而是与它共进退」。

那么，接下来的问题就是：能不能做到「共进退」？或者说，要想与科技为友，除了坚信科技进步这一趋势，拥抱它之外，人还能做什么？这是接下来三章要回答的问题。

我曾亲眼目睹科技的未来命运。1964年，当时还是个天真孩子的我目瞪口呆地参观了纽约万国博览会。我如饥似渴地学习当时展出的未来必然出现的事物。美国电话电报公司的展台放置了一部正在工作的可视电话。视频电话的想法100年来在科幻小说里反复出现，成为预言式预测的典型案例。现在，这里有一台投入实际应用的可视电话。尽管我可以看见，但没能使用。不过，《大众科学》和其他杂志刊载了这种电话的照片，展现它如何为我们的单调生活增添情趣。我们都期望某天它能够在我们的生活中出现。嗯，45年后的一天，我正在使用1964年人们预测的那种样式的可视电话。当时妻子和我在加利福尼亚的家中，靠近一台弧形白色显示器，上面正显示女儿在上海的动态图像，这是旧杂志上全家老小围绕可视电话的插图的真实再现。女儿从中国通过屏幕看到我们，大家闲聊家庭琐事。除了下面这三个重要方面，我们的视频电话可

以说完全符合所有人想象中的模样：该设备不完全是电话，它是家中的苹果电脑和女儿的笔记本电脑；电话免费（通过Skype，而不是美国电话电报公司）；尽管可视电话实用性完美并且免费，但它还未普及——甚至对我们来说也是如此。因此，与早期的未来愿景不同，所谓必然出现的可视电话并没有成为现代通信的标准工具。



图9–1　　可视电话的初次展示。摄于1964年纽约万国博览会美国电话电报公司展台。

那么，可视电话属于必然性事物吗？「必然」这个词用于科技时，具有两种意义。其一，一项发明必须有一件实物存在。从这个意义说，一切可行的技术都具有必然性，因为它迟早将被某个疯狂爱好发明的人竭尽所能拼凑出来。喷气背包、水下住所、夜光猫和遗忘药丸——在时间的帮助下，所有发明的样机或演示版必然将被召唤出来。而且由于同步发明是常态，而不是例外，任何可行的发明都将出现多次。但是被广泛采用的发明很少，其中大多数不能很好地工作。或者，更常见的是，它们可以工作，但不能满足要求。因此，从这个无足轻重的意义上看，所有技术都是必然的。时间倒回，它还会被再次发明出来。

其二，「必然」一词更具实质性的意义是一定程度的共识和生命力。一项技术被使用后必须在技术元素中流行开来，或者至少在科技领域的某个部分流行。但必然性的含义不只是普遍性，它必须保持强大的动力，超越数十亿人的自由选择实现自我确定，不能被社会上的简单奇想左右。

不同时代、不同经济制度中的人曾多次想象可视电话的样式，构思了足够的细节。人们的确希望它能成为现实。1878年，就在电话申请专利两年后，一位画家草绘了想象中的可视电话。1938年德国邮政部门展示了一系列工作样机。1964年万国博览会结束后，纽约城街头的公共电话亭安装了被称为皮克风的商务版可视电话，但是10年后因为人们兴趣不大，美国电话电报公司停止了该产品的生产。在皮克风的鼎盛时期，尽管几乎所有人都看好它的前景，但也只有500名左右的购买者。有人可能认为，与其说可视电话是必然进步，不如说这项发明在努力避免被人们抛弃的必然命运。

然而今天它回来了。也许经过50年它的必然性提高了，也许当时它出现得太早，缺乏必要的支撑技术，社会动力也不成熟。在这方面，早期的重复尝试可以被视为必然性的证据和持续的催生过程。也许它仍然待产。可能存在待开发的其他创新技术，可以使视频电话更加普及。这就需要创新手段，引导对话人凝视你的双眼而不是角度偏离的摄像头，以及创新方法，使屏幕在对话中的某一方说话时切换到相应视角。

可视电话的犹抱琵琶半遮面证明了两个论点：（1）过去它显然必然出现；（2）现在它显然不一定必然出现。这就引出了下面的问题：任何技术是否凭借自身惯性艰难发展——按照技术评论家兰登·温纳（Langdon Winner）的话来说，就是成为「自我推进、自我维持、必不可少的流体」？或者，我们有明确的自由意志选择技术变革的序列，也

就是说，我们（个人或集体）决定成为每一步变革的推动者吗？

我想作个类比。

你是谁，这在某种程度上由你的基因决定。科学家每天要鉴定构成人类特性代码的新基因，揭开遗传「软件」驱动身体和大脑的方法。我们现在知道，痴迷、野心、风险偏好、羞怯和其他许多行为包含强大的基因因素。同时，「你是谁」显然受到生活环境和成长过程的影响。科学揭示了更多的证据，表明我们的家庭、同龄人和文化背景如何塑造我们的人格。他人对我们的看法具有极大的影响力。此外，最近关于环境因素可能影响基因的证据越来越多，因此从最深刻的意义上说，这两个因素是关联因素——它们相互影响。环境（例如你的食物）可以影响基因代码，而基因代码将引导人们进入某种环境，这使得两种影响力难以分开。

最后，从最广泛的内涵——性格、思想以及如何生活——来看，身份还是由选择决定的。你的生活方式有极大一部分是被强加的，不受你控制，但是你拥有对这些强加部分进行选择的巨大而重要的自由。你的生活受制于基因和环境，但最终取决于你。你可以决定是否在审讯中说实话，即使你有说谎的基因或家族习性；你可以决定是否冒险与陌生人交友，尽管有羞怯基因或受到此种文化偏见的影响；你可以决定抛开自身的固有倾向或先天条件。你的自由远非全部。能否成为世界上跑得最快的人不是你个人的选择（虽然基因和成长过程发挥了很大作用），但是你可以选择比过去跑得更快。遗传和家庭及学校的教育从外部限制了你的智商、仁厚品德或卑劣性格，而你可以决定今天是否应该比昨天更加智慧、更加仁慈或更加卑鄙。也许你的身体和大脑想变得懒惰、粗心大意或者富有想象力，但是由你来选择这些品性发展到什么程度（即使你并非性格果断的人）。

说来有趣，这些由我们自己自由选择的特性正是其他人对我们的印象。我们如何在由出身和背景搭建的大牢笼里处理生活中大量的现实选择，决定了我们是谁。这是在我们离开人世后他人对我们评论的内容。不是我们的先天条件，而是我们的选择。

科技同样如此。技术元素一定程度上是由其内在本质——这是本书更高层次的主题——预先决定的。基因推动人类成长的必然过程，从受精卵开始，发育为胚胎，然后变成胎儿，接下来是婴儿、蹒跚学步的幼童、儿童、青少年，这也是技术元素在各发展阶段表现出来的最长远趋势。

在生活中，成为青少年是无可选择的。体内将分泌奇特的激素，身体和大脑一定会发生变化。文明遵循类似的发展路径，但是其主要过程

不那么确定，因为我们亲眼见过的文明比见过的人更少。不过我们能够发现必然出现的排序：一个社会首先必须控制火，然后掌握金属加工，接下来学会发电，最后建立全球通信网络。也许对于序列真正包含什么内容还有争议，可是的确存在一个序列。

同时，历史也有重要影响。各种技术系统获得自身的动力，发展得如此复杂，自聚集程度如此之高，以至于它们相互间构成了交叉环境。汽车的辅助基础设施范围非常广泛，在经历一个世纪的扩张后，现在已影响到交通工具之外的技术。例如，作为公路体系配套设施的空调系统的发明推动了亚热带地区城郊的发展。廉价空调的发明改变了美国南部和东南部的风景。如果空调被无汽车社会采用，结果会有所不同，尽管空调系统的技术动力和内在特性不变。所以，技术元素每一次新发展都取决于已有技术在历史上的应用先例。在生物领域，这种效用被称为共同进化，指的是一种物种的「环境」是其他所有与之互动的物种构成的生态系统，它们全部处于不断变化中。举例来说，猎物和捕食者一起进化，同时相互使对方进化，犹如永不停息的军备竞赛。宿主和寄生虫在互相尝试击败对方的过程中，组合为二重唱。生态系统与新物种构成了适应与反适应的变动关系。

在必然性力量构筑的边界内部，我们的选择产生这样的结果：它们长期获取动力，最终这些偶然事件升华为科技规律，其未来形态几乎不可改变。有这样一个基本属实的老故事，是关于早期选择的长期结果的：罗马的普通运货马车宽度与罗马帝国战车匹配，因为这样更容易跟随战车在道路上碾压出的车辙。战车的尺寸不小于两匹高大战马的宽度，换算成英制单位为4英尺8.5英寸。纵贯庞大罗马帝国的道路都是按照这个特定尺寸修建的。罗马军团长驱直入不列颠岛时，建造了4英尺8.5英寸宽的帝国大道。英国人开始修建索道时，采用的是同样的宽度，以便相同的四轮马车派上用场。而当他们开始修建铁路用于无马火车厢行驶时，铁轨的宽度自然也是4英尺8.5英寸。英伦三岛的劳工移民在美国修建首条铁路时，使用的是相同的工具和模具。现在发展至美国航天飞机，它的零部件产自全美各地，最后在佛罗里达州组装。因为发射端的两台大型固体燃料火箭发动机通过铁路从犹他州运来，这条线路要穿越一条比标准铁轨略宽一点的隧道，火箭本体直径不能超出4英尺8.5英寸太多。用诙谐的话总结就是：「于是，世界上最先进的交通体系的一个重要设计参数2000年前就已经由两匹马的屁股宽度决定了。」长期以来，科技多多少少就是以这样的方式约束自我。

过去1万年科技的发展影响着每个新时期科技的预定历程。例如，早期电力系统的简陋设施可以通过多种方式影响成熟电网的特性。工程师

可以选择支持集中化的交流电，也可以选择支持分散化的直流电。系统电压可以设为12伏（外行的设计）或250伏（专业人士的设计）。法律制度可以支持或不支持专利保护，业务模式可以是营利性的，也可以像慈善事业那样成为非营利的。这些初始特性还影响到在电网系统基础上形成的互联网的发展过程。所有这些变量将这个不断变动的系统引向不同的文化方向。不管怎样，某种形式的电力化是技术元素无法逃避的必要阶段。紧随其后的互联网也是必然的，但是它的具体特性取决于此前科技的总体进程。电话也是必然的，而iPhone不是。我们可以用生理学现象作比喻：人类青春期是必然的，但行为不端不是。任何个人必然的青春期的具体表现部分依赖于他或她的生理条件，而生理条件又部分依赖于他或她过去的健康状况和生活环境，同时也取决于个人自由意志下的选择。

科技如同人的个性，由三元力量塑造而成。首要的推动力是预定式发展——科技自身的需求。第二种动力是科技史的影响，也就是旧事物的引力，就像马轭的尺寸决定太空火箭的尺寸那样。第三股力量是人类社会在开发技术元素或确定选择时的集体自由意志。在第一种必然性力量作用下，科技的进化路径既受到物理法则的制约，又被其复杂的大型自适应系统内部的自组织趋势控制。技术元素趋向于特定的宏观形态，即使退回到过去也是如此。即将发生的事情取决于第二种力量，即已经发生的事情，因此历史动力制约我们未来的选择。这两种力量引导技术元素沿着受限路径前进，又严重制约我们的选择。我们喜欢认为「未来一切皆有可能」，而事实上就科技而言，一切不一定可能。

与前两种力量明显不同，第三股力量是我们确定个人有效选择和集体决策时的自由意志。与我们能想到的全部机会相比，我们的选择范围非常狭窄。可是与1万年前、1000年前甚至去年相比，我们的机会正在增多。尽管我们受到的制约是极其广泛的，但我们拥有的选择比我们知道如何处理的更多。借助技术元素这台发动机，这些真实选择将持续增多（尽管上层路径是预定的）。

不仅科技史学家，普通的史学工作者也认识到了这个悖论。文化史学家戴维·阿普特（David Apter）的观点是：「人类自由实际只存在于历史进程的约束中。虽然不是一切皆有可能，但我们仍然有很多选择。」科技史学家兰登·温纳用下面的话总结自由意志和必然事物的偶然性：「科技似乎在按照因果循环稳步前进。这并不排斥人类的创造力、智慧、习性、运气或执念会偏向某个方向，而不是其他方向。所有这些都被卷入人类进步的洪流，成为各种进程中的片段。」

技术元素的三元本质与生物进化的三元本质相同，这绝非巧合。如

果技术元素确实是生命进化过程的加速延伸，就应该受同样三种力量的控制。

一种动力是必然性。基本的物理法则和自发的自组织过程推动进化向特定形态发展。具体物种（生物或科技）的微观细节是不可预测的，但是宏观形态（如电机、二进制计算）是由物质和自组织的物理法则决定的。这股无法逃避的力量可被视为生物和科技进化的结构必然性（如图92左下角所示）。

动力三角形的第二个角是进化的历史（或者偶然性）因素（图92右下角）。意外事件和偶然机会引导进化过程百转千回。这些偶然因素长期积累，凭借内在动力创造出生态系统。历史的作用不可磨灭。

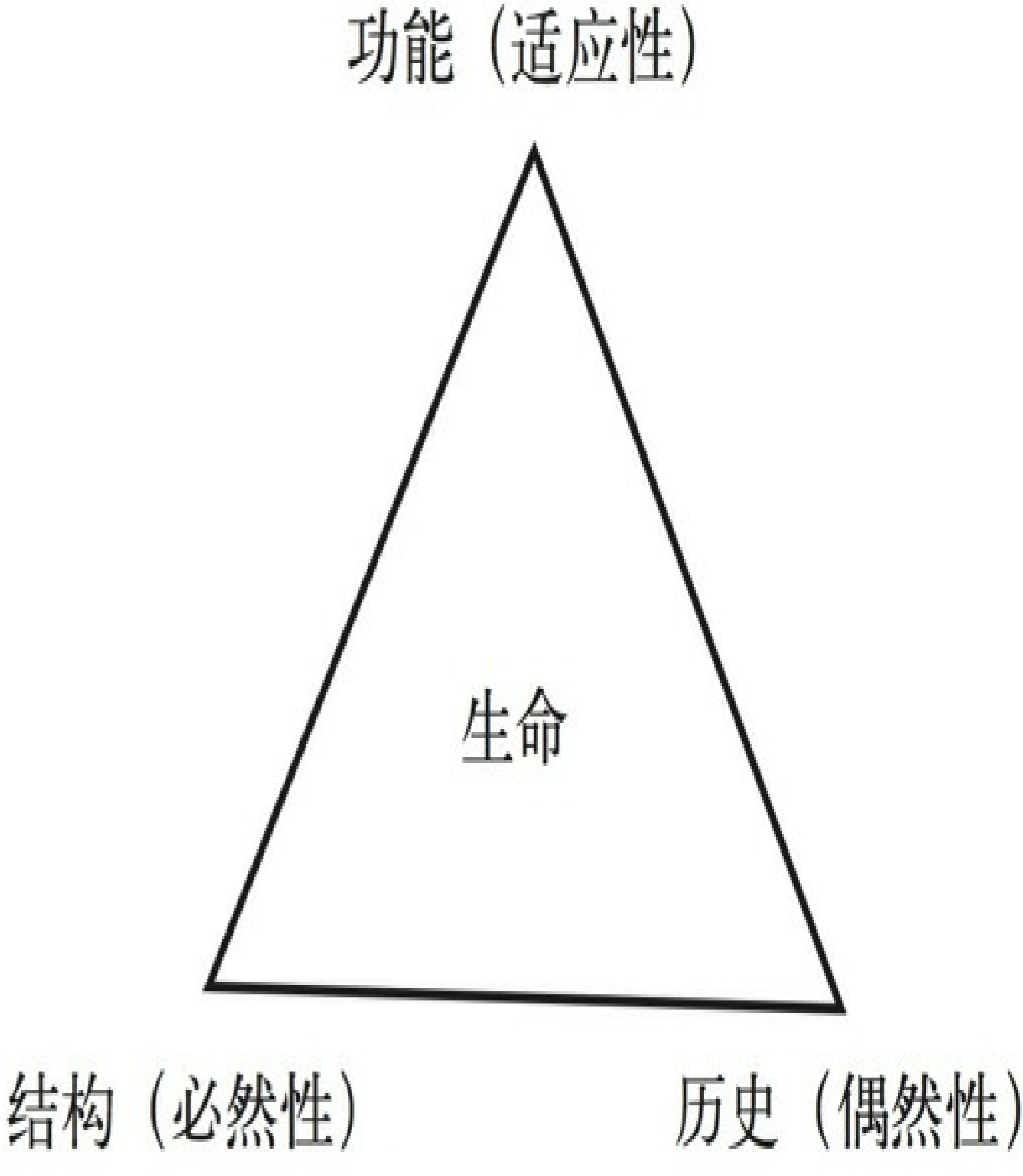


图9–2 生物进化的三元力量。生命发展历程中的三种进化动力。

进化过程的第三种力量是适应功能——优化和创新产生的不断解决生存问题的持久动力。在生物学中，这是无意识的、无目的的自然选择不可思议的力量（如图9-2最上角所示）。

可是对于技术元素，适应性功能不像它在自然选择中那样是无意识的。相反，它对人类的自由意志和选择开放。这个由人类意识产生的领

域包含很多决策，这些决策来自关于必然性发明的政府言论和数十亿人作出的是否（以及如何）使用或避免某些发明的个人决定。生物进化没有设计者，而技术元素的进化有智能设计者——现代智人。当然，这种有意识的开放式设计（如图9-3最上角所示）就是技术元素成为世界上最强大力量的原因。



图9–3　　科技进化的三元力量。对于技术元素，功能性动力被同等力

量代替：意识。

科技进化的另外两个力量与生物进化的相同。基本的物理法则和自发的自组织过程推动科技进化经历一系列必然的结构形态——四轮汽车、半球形小船和书页等。同时，已有发明的历史偶然性产生了驱使进化过程曲折前行的惯性——在必然性发展的约束范围内。给技术元素赋予特性的是第三个力量，也就是拥有自由意志的个体的集体选择。正如我们的自由意志在个人生活中的选择塑造我们的个性（无法用言语表达的「人格」）一样，我们的选择也造就了技术元素。

我们也许不能选择工业自动化系统的宏观结构——装配线工厂、以矿物燃料作为能源、大众教育以及时间的精确性，但可以选择这些组成部分的特性。我们有权自主选择大众教育的默认内容，从而逐渐改变系统，使之或者实现平等最大化，或者有利于优秀人才的培养，或者鼓励创新。我们可以改变工业装配线的发明，要么追求产出最大化，要么追求工人技能最优化，这两条路径导致不同的文化。每个技术系统可以设定可供替换的默认值，这项技术的特征和个性将因默认值不同而改变。

从太空中可以方便地观察到选择的结果。扫过天际的人造卫星记录夜晚的城市灯光。从轨道上看，地球上每一个亮灯城市犹如技术元素的夜间画像的一个像素。均匀的灯光表层展现了科技发展水平。在亚洲，灯光的均匀散布被一大片黑暗无光的地区打破。黑暗轮廓与朝鲜的边界线完全吻合。

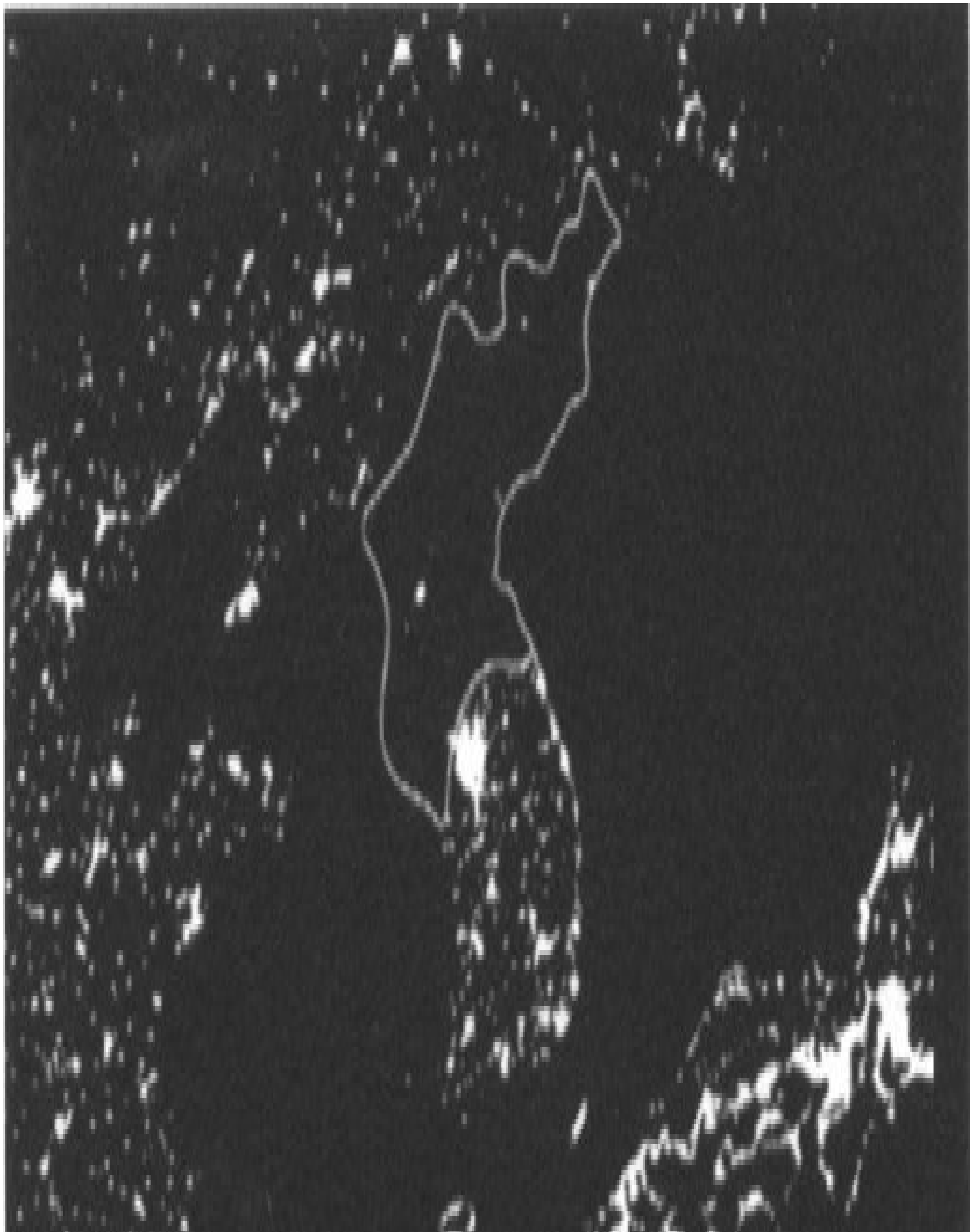


图9–4　　　夜晚的朝鲜。夜间卫星在东亚上空拍摄的照片显示现代科技资源的匮乏。朝鲜的轮廓用白线标出。

斯坦福大学经济学家保罗·罗默（Paul　Romer）指出，这片明显暗淡的区域是当地政策的结果。产生夜间灯光的所有科技要素都对朝鲜开放，周边明亮区域可以证明，但是作为一个国家，朝鲜向外界展现的是它的电力系统稀少而分散，几乎没有。这幅令人印象深刻的科技选择图就是这样诞生的。

在《非零》（Nonzero）一书中，作者罗伯特·赖特（Robert Wright）提供了绝妙的比喻，帮助读者理解必然性对科技的作用。下面我要解读这个比喻。赖特说，断言微小种子——例如罂粟种子——命中注定要成为一株植物是恰当的。按照花卉10亿年的发展历程铸成的永恒的固定程序，花卉收获种子，种子长成植物。成长发育是种子的职责。从这个基本意义上说，罂粟种子成长为植物是必然的，虽然有相当数量的罂粟籽最后被撒在面包圈上。承认罂粟的成长方向不可变更，并不意味着要求100%的种子都发育到下个阶段，因为我们知道，在罂粟籽内部发生作用的是DNA程序。种子「想要」成为植物。更准确的说法是，罂粟种子的先天属性决定了它将长出特定类型的茎、叶和花。我们很少把种子的命运等同于有多少将走完整个旅程的统计概率，更多的是从它的预设结局来考虑。

断言技术元素凭借自身动力实现某些必然的技术形式，不代表认为每种技术都有数学上的确定性。确切地说，它更多的是显示一种方向，而不是宿命。更确切的说法是，技术元素的长期趋势揭示了它的内在属性，而内在属性又说明技术元素注定的发展方向。

必然性不是缺点，它让预测变得更加简单。我们的预测越准确，就越能作好准备迎接未来。如果我们能够辨识出技术元素的各种持久力量的主流，就可以更好地教育孩子掌握合适的技能和文化知识，这些是他们将来成为社会精英所需要的。为了反映即将到来的现实，我们可以修订法律和公共机构的默认条款。举例来说，如果我们实现了给每个人从出生或者更早开始的完整DNA进行排序（这是必然的），那么用遗传学知识指导大家就绝对有必要。每个人都应当知道：代码可以和不可以提供哪些信息受什么限定，有亲缘关系者基因如何变化或完全相同，什么力量可能影响它的完整性，哪些相关信息可以共享，诸如「血统」和「种族」之类的概念在这样的背景下意味着什么，如何使用这种知识获得合适的疾病疗法。全新的世界将开启，也许需要时间，但我们现在可以开始筛选出这些机会，因为按照外熵定律，这个全新世界的到来是必然的。

随着技术元素的发展，更好的预测预报工具将帮助我们认识必然事物。回到前文的青春期比喻，因为我们可以预见人类青春期的必然出现，所以能够更好地在那段时间提升自己。青少年的生理发育迫使他们为获得独立性而冒险。进化「需要」敢于冒险的青少年。知道青春期将有冒险行为既能让青少年（你很正常，不是怪物）和社会（他们会成熟起来的）安心，又能引导青少年对这种正常的冒险行为加以控制，使之转化为进步和收获。如果我们确定全球性的无中断网络是文明发展过程中的一个必然阶段，就可以打消对这种必然事物的疑虑，同时把它作为动力促使我们尽可能地建造最好的全球网络。

科技进步让我们拥有更多机会，而且如果我们聪明机敏，还可以从中掌握更好的方法来预测这些必然趋势。科技带给我们的真实选择将产生重要影响力。尽管某个技术阶段受制于预定的发展形态，但它的特定细节对我们具有非常重要的意义。

发明和发现都是技术元素的固有结晶，等待时机展示自己。定向发展的技术及其预定模式没有任何神秘之处。所有保持稳定自组织的自适应复杂系统——从银河系到海星再到人脑——将展现自发形态和固有方向。我们称这些形态为必然事物，是因为不论何时，只要环境适合，它们就会像排水时产生的旋涡或者冬日暴雪中的雪花一样显露无遗。当然，它们表现出来的细节绝不会完全相同。

技术元素的旋涡按照自己的节奏、自己的规则和自己的方向发展。它的父母和创造者——人类——不再拥有完全的掌控力。像所有父母一样，我们感到忧虑，在技术元素的影响力和独立性增强的背景下尤其如此。

可是技术元素的自主性也为我们带来巨大收益。作为具有生命力的系统，它的自主性引发了真实的长期进步。科技最具吸引力的部分也要归功于它的自我强化的长期趋势。

自我保护、自我扩展和自我成长的激励是任何生物的自然状态。我们不会抱怨狮子、蝗虫或者我们自己的自我本性。不过对于我们的孩子来说，在他们的童年时期，他们儿童式的自我天性有时让我们苦恼，这时我们必须承认他们有自己的生命节奏。尽管他们的生命是我们生命的延续（他们的一切细胞完全来自我们的细胞），但他们也有自己的生命特性。不论我们见过多少婴儿，每次孩子们表现出这样的独立性时，我们还是会感到不安。

技术元素也有这样的时刻，人类正集体面对其中的一次。在生物界，我们每天都要遇到这样的自然生命循环，而在科技领域中还是第一次，我们对此感到不安。我们面对科技自我意识时的震惊与这一事实有

关：从技术元素的定义上说，我们是它的一部分，并且将始终保持这样的关系。用心理学家谢里·特尔克的话来说，科技是人类的「第二自我」。它既是「他者」，也是「我们」。它与我们的生物后代不同，后者长大后思维完全独立，技术元素的自主性包括我们和我们的集体思维。我们是它自我本性的一部分。

因此，人类永远无法摆脱科技正在面对的困境。它是我们使用过的最精巧的工具，不断得到升级，推动人类社会进步。它也是最成熟的涵盖人类的超级有机体，独立于我们为它设定的方向而前进。人类既是技术元素的主宰者，也是它的奴隶。我们的命运将是保持这种令人不快的双重角色。所以，我们将始终对科技存有矛盾心理，难以作出选择。

可是我们的担忧不应该包括是否拥抱科技。我们已经不只是拥抱，而是与它共同进退。从宏观意义上说，技术元素正沿着它的必然进程前行。而在微观层面，意志决定一切。我们的选择将是与它一起进入同样的轨道，为所有人与事物增加选择和机会，并且给科技的具体形态赋予优雅和美丽。或者，也可以选择（我认为这种选择不明智）抗拒我们的第二自我。

技术元素在我们心中激起的矛盾归因于我们拒绝接受自己的本性——事实是，我们与自己制造的机器连为一体。我们是自我创造的人类，是我们自己最优秀的发明。如果我们集体排斥科技，就为自己贴上了仇恨自我的标签。

「我们信任自然，但我们的希望来自科技。」布赖恩·阿瑟说道。希望存在于接受我们的本性。我们与技术元素同步运动，这样，当条件满足时我们可以做好更充分的准备去驾驭它，同时更加明确我们的前进方向。通过追求科技之追求，我们可以更加轻松地发挥它的全部作用。

第三部分 选择

第十章 邮包炸弹客言之有理
专家导读

接下来的三章有一个共同的主题，叫做「选择」。

值得注意的是，作者并非在寻常意义上使用这个词汇的，比如从超市琳琅满目的货架上「挑选」。也就是说，技术元素、科技产品并非静静地摆在那里，等待你去「拿来就用」。

本章的「邮包炸弹客泰德·卡钦斯基」的例子，以及下一章美国少数族裔阿米什人看待和使用科技的态度，就是为了说明「选择」的复杂性。

从1978年5月26日寄出第一个邮包炸弹开始，1962年毕业于哈佛大学，并在密歇根大学获得数学博士学位的卡钦斯基，在接下来的17年里，共寄出了16个邮包炸弹，导致3人死亡、23人受伤的惨剧。

就是这样一位极端仇视科技文明的现代卢德分子，卡钦斯基坚定地认为「自由与科技进程互不相容」。

过去100年来人类发明的炸药、飞机、马克西姆机关枪、潜艇以及无线电装置，几乎所有的发明者都期待这些发明将「终结战争和苦难」，就像青霉素、牛痘种植术、麻醉药品和汽车引擎一样。

然而，「全球变暖、环境毒害、肥胖症、核恐怖主义、广告、物种消失和药物滥用，只是众多由科技造成的严重问题中的几个例子」。

凯文·凯利看到了科技陷入的困境。作者之所以讲述卡钦斯基的案

例，绝非对这个制造炸弹袭击的偏执狂报以同情，而是引出了一个更深刻的问题：「认识到技术元素自发产生自主性」是一件必须面对的事情。

科技的两面性，绝不可能通过「终止科技进程」（像卡钦斯基的极端行为那样），也不可能通过拒绝技术元素，退回到原始状态去。

科技是「第二自然」，显然人类尚未学会与之相处。凯文·凯利认为，卡钦斯基至少有一点是富有洞察力的：「随着时间的流逝，开始不具有控制性的选择会越来越成为社会的必需品。」这是技术元素「与生俱来」的天性。

阅读本章内容，需要尽力体悟「技术元素」自主的活性，而不是仅仅把它当做毫无生命的工具。

1917年，奥维尔·莱特预测：「飞机将以多种方式促进和平——具体来讲，我认为它会形成一种趋势，使战争不可能发生。」他在重复此前美国记者约翰·沃克的观点，后者1904年断言：「作为和平机器，（飞机）对世界的价值将难以计算。」这不是科技第一次发出庄严的承诺。同一年，儒勒·凡尔纳宣称：「潜水艇也许会完全终结战争，因为舰队将失去作用，随着其他战争工具持续改进，战争将不再可能。」

瑞典炸药发明家和诺贝尔奖的创建人阿尔弗雷德·诺贝尔坚信他的爆炸品可以制止战争：「我的炸药将比世界上1000种发明更早地实现和平。」1893年机关枪发明人海勒姆·马克西姆被问及「这种枪难道不会使战争更加可怕吗」，他以诺贝尔式的语气回答：「不，它会消灭战争。」1912年无线电之父古列尔莫·马可尼告诉世界：「无线电时代的来临将驱走战争，因为它会让战争变得愚蠢可笑。」詹姆斯·哈伯德将军于1925年担任美国无线电公司董事会主席，他认为：「无线电将有助于实现这一理念：愿世界得太平，人间持善意。」

19世纪90年代电话商业化后不久，美国电话电报公司首席工程师约翰·J·卡蒂预言：「未来某天我们将建造世界级电话系统，通用语言或通用的语言理解方式成为所有人必需的，这将让全世界人民成为兄弟。整个地球都能听到一个响彻苍穹的伟大声音：『愿世界得太平，人间持善意』。」

尼古拉·特斯拉声称他的发明是「无须电线的经济实惠的电力传输方式……将为地球带来和平与和谐」。当时是1905年，由于我们还没有掌握经济实惠的无线电力传输技术，世界和平仍然有希望。

科技史学家戴维·奈在一份有望一劳永逸地终止战争、带来广泛和平的发明清单上添加了水雷、热气球、毒气、地雷、导弹和激光枪。奈说：「每一种新的通信手段——从电报和电话到无线电、电影、电视和互联网，都被宣布为言论自由和思想解放的捍卫者。」

乔治·金特1971年在《纽约时报》上发表了一篇关于互动有线电视的文章称：「支持者赞美这项计划是……迈向政治哲学家梦想的参与式民主的一大步。」今天，关于互联网带来民主化以及和平效应的承诺令所有有关电视的类似宣言黯然失色。而让未来学家约耳·加罗（Joel Garreau）惊奇的是，「考虑到我们了解电视的遭遇，我对计算机技术现在被视为圣物这一现象感到惊讶。」

不是说所有这些发明都没有价值——哪怕是民主价值。应该说，事实是新技术产生的问题比它解决的问题还要多。「实施解决方案的结果是产生新问题。」布赖恩·阿瑟说。

世界上大多数新问题都是过去的技术造成的，我们几乎看不到这些源自技术的问题。每年有120万人死于交通事故，占主导地位的科技交通体系杀死的人比癌症还多。全球变暖、环境毒害、肥胖症、核恐怖主义、广告、物种消失和药物滥用只是众多由技术造成的严重问题中的几个例子，这些问题使技术元素陷入困境。技术评论家西奥多·罗萨克说：「我们容易把城市工业化社会的某些事物划入『进步』范畴，但是其中有多少确实消除了上一轮技术创新遗留下来的恶果呢？」

接受科技，就必须正视它的代价。数千种传统谋生技能受到进步的排挤，围绕这些职业的生活方式消失了。今天数亿人在他们厌恶的工作岗位苦苦支撑，制造他们毫无好感的产品。有时这些工作还会造成身体伤痛、残疾或者慢性病。科技创造了很多新的无可置疑的危险职业（例如采煤业）。同时，大众教育和媒体向人们灌输这样的观念：回避技术含量低的体力工作，去数字科技行业求职。手脑分离给人们精神上带来压力。事实上，收入最高的工作需要久坐不动，这种特征威胁身体和大脑健康。

科技不断膨胀，直到填满你我之间的每个缝隙。我们不仅关注邻居的生活，而且暗中窥探任何让我们感兴趣的人。我们的交友录上有5000个「朋友」，但心里其实只给50个人留了空间。我们的影响力超出了我们的关心能力。我们改变自己的私人生活，与科技同步，于是犯罪团伙、狡猾的广告商、政府和社会体系疏忽大意造成的混乱乘虚而入，操

控我们的思想。
用在机器上的时间一定是从其他地方挤出来的。新近发明的消费类电子设备如洪水般涌来，挤占了我们使用其他器具或从事其他人类活动的时间。10万年前，现代智人在觅食期间通常远离技术。1万年前农夫每天也许会抽出几个小时干活。仅仅1000年前，中世纪的技术无处不在，但只是游走于人际关系的边缘，没有进入中心。今天科技处于我们学习的、看到的、听见的、制造的一切事物的中心。它已经渗透至食物、爱情、性生活、抚养后代、教育、死亡等方方面面。我们的生命正按照机器的时间运动。
作为世界上最强大的力量，科技往往会支配我们的思想。因为科技无处不在，它完全控制一切活动，指责一切非技术的解决方案不可靠或者无效力。由于它能够推动进步，在我们心中，制造品的地位要高于我们的孩子。野生药草和人工制造的药品，我们会认为哪种疗效更好？甚至我们赞赏美好事物的文化用语也变为机械式的词汇：「像玻璃一样光滑」、「明亮有光泽」、「质地纯正的」、「防水的」、「像钟表一样准时」——无一不在暗示人造制品的优越性。我们被禁锢在诗人威廉·布莱克所称的「头脑锻造的镣铐」的技术框架中。
通常，只要机器能够完成某项任务，就足以说服我们让它去实施这项任务，即使开始时它表现很糟糕。第一批机器制造的物品，例如长袍、中国碗、书写纸、篮子和盛在容器里的汤，品质都不是非常好，只是很便宜。我们经常为了特定的范围有限的目标发明某种机器，然后，像是感染了尼尔·波兹曼所谓的弗兰肯斯坦注综合征，这种机器按照自己的动机发展壮大。「一旦机器造好，」波兹曼写道，「我们总是出乎意料地发现，它有自己的理念；它不仅非常擅长改变我们的习惯，而且……改变我们的思维定式。」这样，人类成为机器的助手，或者用卡尔·马克思的话说，成为它的附属品。
人们普遍有这样一种观念：技术元素的发展只能以不可替代的资源、传统栖息地和无数的野生动物为代价，而回报给大自然的只有污染、柏油路和规模巨大的垃圾。更糟的是，同样的技术从世界上最弱小的群体——自然资源最丰富、经济实力最落后的国家——那里汲取养料供养最强大的群体。因此人类的进步在养肥少数幸运儿的同时，却让不幸的穷人忍饥挨饿。很多承认技术元素推动社会发展的人因为它对自然环境的危害而拒绝完全接受科技的规则。
这种侵蚀是真实的。科技进步的代价通常是生态环境的破坏。技术元素从地球内部采掘铁矿，砍伐森林获得木材，从石油中提取塑料和能源，最后付之一炬排入大气。它的工厂侵占湿地和草场。1/3的地球陆

地表面已经被农业和人类住所改头换面。我们可以编写长长的清单，列出被削平的高山、被污染的湖泊、被抽干的河流、砍伐殆尽的森林、污浊的空气和大幅减少的多样性。更恶劣的是，人类文明要为很多独特生命物种的永久灭绝负责。在地质年代，正常的或者说基本的物种消失速度是每4年1个物种。今天，最低估计是地质年代的4倍，人类造成物种灭绝的速度也许是数千倍。

10年前我领导了一项为地球上的所有生命编列目录的开创性工程，因此碰巧对这种大毁灭略有了解。我们有历史证据证明过去2000年大约有2000个物种灭绝，也就是每年一个，是自然速度的4倍。然而，其中绝大部分出现在过去的200年内，因此当前已知的年均灭绝速度惊人。由于我们已经鉴定了5%的地球物种，并且很多等待命名的物种与记录在案的灭绝物种居住于正在消失的相同环境中，因此我们可以推测出将要灭绝物种的大致数量。估计的最大值为每年5万种。事实上，我们不知道地球上到底有多少物种，也不清楚已鉴定的物种所占比例是多大，甚至对最新的比例也一无所知，唯一能够确定的是，我们正在以快于过去的速度毁灭物种，这足以称得上犯罪。

然而技术元素本身不存在任何必然导致物种消失的力量。对于任何导致环境破坏的现有技术手段，我们可以设计替代方案加以制止。实际上，对于我们有能力创造的任意一项技术X，都存在（或者说可能存在）对应的更加环保的技术Y。我们总能找到方法增加能源，提高资源利用率，改进相似的生物进程，减轻生态系统的压力。「我无法想象人类竟然做不到将技术的环保性提高几个数量级，」保罗·霍肯说，他是环境安全技术的著名支持者，「可是在我看来，我们甚至还没有跨入绿色技术的大门。」诚然，更加环保的改进技术也许会以未知的新方式危害环境，但这只是意味着还需要新的创新来弥补这个缺陷。所以我们在绿色技术上的创新潜力永远不会衰竭。既然我们可以无限制地研究科技能够达到的生物性程度，那么这种可扩展的范围向我们表明，科技本性是亲生命的。从最基本的层面说，技术元素与生命有可能兼容，它需要的只是发挥出那样的潜力。

未来学家保罗·萨夫指出，我们经常将确定的未来愿景与近期前景等同起来。现实中，科技在我们的想象力和能力之间制造令人苦恼的不和谐。电影制片人乔治·卢卡斯对科技的永恒困境作了阐述，我无法想出比这更好的解释。1997年，我拜访卢卡斯，了解他在以往的《星球大战》系列影片中发明的全新高科技拍摄方法。他显示了综合运用计算机、照相机、动画制作和真人动作的必要性，通过这种方法创造连续的电影世界和有层次感的影像，几乎就像在电影中作画。在卢卡斯之后，

其他动作片的先锋导演吸收了他的理念，其中詹姆斯·卡梅隆在《阿凡达》中就用到了这种方法。在卢卡斯的年代，他颠覆性的新处理手段达到先进技术的最高点。然而，尽管他的创新技术具有未来色彩，很多评论家却断言，他后来的作品并没有因此得到任何提高。我问他：「你认为科技正在让世界变得更加美好还是更加糟糕？」卢卡斯回答：

> 如果观察科学和一切已知事物的发展曲线，会发现它像火箭一样拔地而起。我们在这架火箭上，沿着完美的垂直线冲入星空。可是人类的情商即便不是比智商更重要，至少也是同等重要。我们在情感上的无知和5 000年前一样，因此从情感上来说，我们的轨迹线完全是水平的。问题在于水平线和垂直线渐行渐远，裂隙的扩大将会产生某种后果。

我认为我们低估了这条缝隙的张力。长期来看，这一点也许可以得到证明：技术元素对传统自我的腐蚀造成的恶果大于它对自然界的腐蚀。兰登·温纳认为生命力量具有某种保护性：「当人们全身心投入机器时，他们自己的生命力会大幅减弱。人类能量和个性的转移掏空了他们的身心，尽管他们可能绝不会承认内心的空虚。」

转移不一定是必然的，但的确发生了。当机器替代人类从事更多的工作时，人类自己往往会减少同类型的工作。我们不像过去那样总是走路，而是让汽车替代我们的双腿。我们不再挖掘，而是使用挖土机。我们不再捕猎，不再采集食物，不再敲敲打打、缝缝补补。除非必要，我们不阅读，不计算。我们正在让谷歌代替我们记忆；只要清洁机器人价格足够低廉，我们就急于将清洁工作易手。工程专业学生埃里克·布伦德用了两年时间像门诺教徒一样生活，他说：「（机器）复制必不可少的人类能力，这也许只会导致两个后果：削弱人类的能力或在智人和机器之间制造竞争。这两种后果对于智人内部有自尊心的成员都是不体面的。」科技逐步瓦解人类的自尊，质疑我们在世界上的作用和我们的本性。

我们可能因此愤怒。技术元素是超越人类控制的全球性力量，似乎无边无际。一些受到广泛赞同的睿智见解认为，人类没有掌握反作用力来阻止科技侵占地球每一寸可触及的土地并建造全球性超级都会——星球般大小的城市，就像艾萨克·阿西莫夫科幻故事中的川陀星或卢卡斯的《星球大战》中的科洛桑星。务实的生态学家认为，还在全球性都会远未建成时，技术元素的规模将超出地球自然系统的承受力，于是要么停止发展，要么崩溃。相信技术元素能够无限提供代用品的富饶论者则认为没有任何事物可以阻止文明的无止境发展，因此他们赞成建造全球

都会。两种前景都令人不安。

大约1万年前，人类越过了这样一个临界点：我们改造自然界的能力超过了地球改造我们的能力。这个门槛就是技术元素的起点。当技术元素改造我们的能力超过我们改变技术元素的能力时，第二个临界点出现了。有人称之为奇点，但我认为这个名称还不是很合适。兰登·温纳声称：「作为整体现象的科技（也就是我所说的技术元素）让人类的意识相形见绌，使人类难以理解他们将会操控的系统。借助这种超越人类控制但仍然按照自身内部结构良好运转的趋势，作为整体现象的科技构成了『第二自然』，超然于人类对其特定成分的欲望和预期之外。」

泰德·卡钦斯基是一名被判有罪的炸弹客，他用邮包炸弹袭击了数十位高科技专业人士，造成3人死亡，但他说对了一件事：科技有其自身的发展规律。它有自我。技术元素并不像大多数人认为的那样是一系列用于出售的无关联人工制品和发明。以邮包炸弹客身份发表言论的卡钦斯基提出不同见解，他重复温纳的论点和我在本书中谈论的诸多观点，宣称科技是动态的整体系统。它不只是硬件设备，确切地说，它类似于有机组织。技术元素并非缺乏活力，不是被动的，而是寻找并获取资源扩展自身。它不只是人类行为的集合，事实上它高于人类行为和欲望。我认为卡钦斯基的这些言论是正确的。他在那份臭名昭著、毫无头绪的35 000字宣言中写道：

> （科技）系统的存在不是也不能为了满足人类需求。相反，人类不得不调整自己的行为以满足系统的要求。这与那些自认为可以引导科技系统的政治或社会观念无关。造成这种恶果的责任在于科技，因为引导系统的不是观念，而是科技自身的必然性。

我也认为技术元素的引导者是「科技必然性」。也就是说，在巨大的科技系统复合体的核心熔接的不仅是自助式要素——自我激活的技术和自我维持的系统，还有引导技术元素摆脱人类欲望的束缚、朝着特定方向发展的内在牵引力。卡钦斯基写道：「现代科技是整体系统，它的所有要素相互独立。你无法去除『坏』的部分，只保留『好』的部分。」

卡钦斯基观察到的事实不能赦免他的谋杀罪行，或者使他的疯狂仇恨合理化。卡钦斯基看到了科技的某些实质，这导致他滥用暴力。可是尽管心理失衡，犯下道德罪行，他仍然可以阐述自己的观点，清晰程度令人吃惊。为了让他的宣言得以发表，卡钦斯基寄出16个炸弹，杀死3人（还造成23人受伤）。他的绝望和卑劣罪行所隐藏的批判在其他卢德分子㊟当中获得少数人的支持。这里，卡钦斯基以一丝不苟的学术般的

准确性发表他的主要宣言——「自由与科技进程互不相容」，因此必须终止科技进程。他的核心观点很明确。卡钦斯基因为左派人士限制他的慷慨陈词而怀有强烈的个人怨恨，所以特意使用如此明确的措辞。

我阅读了几乎所有与科技有关的哲学和理论著作，与很多思考这种力量本质的最睿智的人进行过交谈。因此当我发现对技术元素最敏锐的分析出自一个有精神疾病的多重谋杀犯和恐怖分子时，感到十分沮丧。该拿他怎么办？几个朋友和同事建议我在本书中不要提及邮包炸弹客。有些人对我不听劝告深感不安。

有3个理由促使我详细引用邮包炸弹客的宣言。首先，他对技术元素自主性的论述简洁明了，常常让我自叹不如。其次，在受到很多科技怀疑论者支持的观点（被很多没那么激进的普通民众共享的观点）中，我没有发现更好的例子。这种观点认为世界上最大的问题不能归因于个人发明，而应归结为科技本身的整体自支持系统。最后，我认为传播下面这一事实具有重要意义：认识到技术元素自发产生自主性的，不仅有我这样的科技支持者，还有那些蔑视它的人。

邮包炸弹客对于技术元素自我强化的本质的论述是正确的。但我不同意卡钦斯基其他很多观点，特别是他的结论。卡钦斯基被误导了，因为他的逻辑与人伦道德背离，不过他具有数学家的禀赋，逻辑推导颇有见地。

就我的理解，炸弹客的观点如下：

- 个人自由受制于社会，在任何文明中都要追求秩序。
- 科技让社会变得越强大，个人自由就越少。
- 科技破坏自然，这反过来又强化它的力量。
- 因为持续破坏自然，技术元素最终将崩溃。
- 同时，科技自我强化过程的防倒退棘轮比政治更有影响力。
- 试图运用技术驯化科技系统，只会加强技术元素的力量。
- 因为无法驯化，所以必须毁灭科技文化，而不是改良。
- 由于不能通过技术或政治摧毁技术元素，人类必须推动它走上自我崩溃的必然之路。
- 因此我们应该在科技衰退过程中予以重击，彻底摧毁，防止其东山再起。

简而言之，卡钦斯基认为文明是我们问题的根源，而不是解决问题的良方。他不是第一个发表此类论断的人。弗洛伊德早就大声抱怨过文

明机器，并且言辞更加激烈。其实，随着工业化进程的加速，对工业社会的攻击也在加速。富有传奇色彩的生态保护主义者爱德华·艾比认为工业文明是毁灭地球和人类的「超级破坏力量」。艾比通过他的「活动扳手」策略——蓄意拆毁伐木设备以及其他类似机器，尽最大可能阻止这股破坏力量。艾比是「地球优先」运动的勇士，鼓舞了众多同样激进的追随者。卢德分子理论家柯克帕特里克·塞尔与艾比不同，他一面指责机器，一面住在曼哈顿的上等街区。他提出了一个精简的观点——「文明如恶疾」。（1995年，在我的鼓动下，塞尔拿出1 000美元在《连线》杂志上和我打赌，主题是2020年文明是否会崩溃。）最近，解散文明，回归更加纯洁、更加人道的原始状态的呼声越来越频繁，与全球网络和永远在线技术迅速加强联系的过程同步。一批崇尚空谈的革命者发行图书、建设网站，鼓吹决战时刻即将来临。1999年，约翰·泽尔赞出版了一套当代文集，主题是《反抗文明》（Against Civilization）。2006年，德里克·詹森发表了1500页的专著，内容是如何以及为什么要推翻科技文明，并附上选择理想场所——例如输电线、输气管道以及信息产业基础设施——开始实际操作的建议。

卡钦斯基读过早期工业社会的长篇悲惨故事，像其他很多自然主义者、登山爱好者和回归大地者那样产生了对文明的仇恨。他被迫与世隔绝。作为理想远大的数学教授，卡钦斯基被社会强加的诸多规则和期望压垮。他说：「规则和法律本质上具有压迫性，即使『好』规则也会减少自由。」他不能融入专业分工的社会，辞去助理教授的职位，而他所受的教育和社会对他的训练恰恰需要他承担这样的工作，这令他深感沮丧。他在那份宣言中表达了这种失落：

> 现代人被规则和法律捆住手脚……这些法规大多数不能取消，因为它们是工业社会运转所必需的。当人们没有充足的机会时……将产生厌倦感、道德败坏、缺乏自尊、自卑心态、失败情绪、抑郁感、焦虑感、负罪感、挫折感、敌对心理、家庭暴力、贪婪的享乐主义、反常性行为、失眠、睡眠障碍、饮食紊乱等。（工业社会的规则）让人类没有生活的成就感，遭受侮辱，普遍遭受心理折磨。我们使用「自卑心态」这个短语，不仅指代最严格意义上的自卑感，而且包括一系列相关心理：缺乏自尊、无力感、抑郁倾向、失落感、罪恶感和自我憎恨等。

卡钦斯基遭受这些侮辱，他怪罪于社会，逃离到山间，他认为在那里可以享受更多的自由。在蒙大拿，他建起小屋，但没有自来水和电力。他在这里过着完全自给自足的生活，远离社会规则和科技文明的触

角。（但正如梭罗在瓦尔登湖畔那样，卡钦斯基前往镇上补充生活用品。）然而，这种远离科技的生活在1983年左右被打断了。卡钦斯基把他喜欢游玩的一块绿洲称为「自第三纪就存在的高原」，从他的小屋到绿洲要走两天。对他来说，这个地方就像秘密的藏身处。按照后来卡钦斯基对《地球优先》（Earth First！）杂志记者的描述，「它是那种沟壑纵横的地形，不是一马平川。当你站在边缘上，会发现这些沟壑突然变成非常险峻的悬崖一般的山坡。那里甚至还有一条瀑布」。小屋周围的区域开始出现很多的徒步旅行者和猎人，因此1983年夏天卡钦斯基隐居到高原上的秘密地点。他在狱中告诉另外一位拜访者：

> 我到达那里，发现有人修了一条路直通绿洲中心。（他压低声音，停顿了一下，继续讲述。）你简直无法想象我有多么不安。从那时起我决定，与其努力掌握更多野外生存技能，不如想方设法报复科技系统。复仇。我不是第一次采用「活动扳手」策略，而在当时，那种想法已成为我优先考虑的事。

人们不难同情卡钦斯基作为离经叛道者的困境。你温和地尝试逃离科技文明的控制，隐居到最偏远的地区，建立相对不那么依赖高科技的生活方式。可是，

文明/发展/工业技术这只野兽尾随而来，破坏你的天堂。难道无处可逃？机器无所不在！毫无怜悯之心！必须制止它！

自然，泰德·卡钦斯基不是唯一遭遇文明入侵的大自然热爱者。所有美洲原住民部落都被先进的欧洲文明驱赶到偏远地带。他们不是在逃避科技本身（只要有机会，他们乐于使用最新式的枪），但结果一样——远离工业社会。

卡钦斯基认为有几个理由导致人类不可能摆脱工业技术的棘轮效应注式控制：第一，只要使用技术元素的任何成分，就会受到系统的奴役；第二，科技不会自我「逆转」，永远不会释放它所掌控的对象；第三，长期来看，在使用哪些技术的问题上，我们没有选择。他在宣言里这样写道：

> 为了发挥作用，系统必须详细规范人类行为。工作当中，人们必须遵照收到的指令完成工作，否则生产过程将陷入混乱。官僚机构必须按照严格的法规运转。让具有独立决定权的个人听从低水平的官僚主义者指挥将扰乱系统，不同官僚在决策方式上的差异会导致不公正的管理。的确，某些对自由的限制可以去除，可是普遍而言，大型机构制定的生活规则是工业——科技社会运转所必需的。其结

果是普通人产生了无能为力的感觉。

科技能成为这样强大的社会力量，还有一个原因：在特定社会背景下，科技的前进方向只有一个，它绝对不能反转。一旦人们引进科技创新，通常会对它形成依赖心理，除非出现更加先进的创新技术取而代之。不仅个人依赖新技术产品，而且整个系统也会产生依赖性，程度更甚。

一项新技术作为可供个人考虑的选项被引入社会时，不一定始终保持这种性质。很多情况下，新技术对社会的改变如此深刻，以至于人们最终发现自己不得不采用。

卡钦斯基对最后这一点深有感触，在宣言的其他部分又重复了一遍。这是重要的批判。如果同意存在这样的事实，即个人向「机器」投降，放弃自由和尊严，渐渐地除此以外别无选择，那么卡钦斯基的其他观点在逻辑上就顺理成章了：

可是我们认为，人类不会自愿将权力移交给机器，机器也不会蓄意攫取权力。我们的看法是，人类轻易地改变自己的地位，依附于机器，因而没有切实可行的选择，只能全盘接受机器的解决方案。当社会及其面对的问题越来越复杂、机器越来越智能时，人们就会让机器代替自己作决定，仅仅是因为机器的决定产生的结果比人类的决定更好。最终会达到这样的阶段：维持系统运转的必要决策极其复杂，人类智力已不足以制定这样的决策。到了那个阶段，机器将成为有效的支配者。就连关闭机器这样简单的事情，人们也无法完成，因为依赖性已如此之强，关闭机器等于自杀……科技最终的地位近似于完全控制人类行为。

公开抗拒能否阻止科技控制人类行为这样的情况发生？当然可以，前提是人们尝试过突然引入这种控制。可是由于科技的控制地位来自长期连续的小规模进步，因此理性有效的公开抗拒根本不会出现。

我发现，要反驳最后这部分观点并不容易。诚然，人类建造的世界越来越复杂，必然需要依赖机械（计算机）方法控制这种复杂性。我们

已经在做了。自动驾驶仪在操作非常复杂的飞行器，计算机算法控制了非常复杂的通信网络和电网。此外，虽然不知是福是祸，计算机的确控制着复杂的社会经济。当然，随着更多复杂基础工程的开展（例如本地化移动通信网络、基因工程、核电站和自动驾驶汽车），我们将进一步依靠机器操作和下达命令。对于这些设施，切断开关不在考虑范围之内。事实上，如果我们决定马上关闭互联网，实施起来将困难重重，在其他人希望保留它的情况下尤其如此。互联网就有很多设计保证它永远不会关闭。是的，永远。

最后，如果科技胜利接管人类社会是卡钦斯基重点关注的大灾难——剥夺人类的自由、主观能动性和健康心智，剥夺环境的可持续性，如果这种困境在劫难逃，那么系统必须被摧毁。不是改良，因为那只能使其扩展，而不是终结。他在宣言中说道：

> 破坏工业体系是革命者们唯一的目标，直到它彻底毁灭，才能停止。其他目标将分散对首要目标的关注和投入。更重要的是，如果革命者允许自己为破坏科技之外的目标奋斗，他们会经不住诱惑而使用科技作为实现其他目标的工具。如果他们屈从于这样的诱惑，正好落入科技的陷阱，因为现代科技是统一的、紧密联系的有机系统，所以为了保留某些技术，人们会发现自己不得不保留大多数技术，于是最后成为牺牲品的只是象征性的少量技术。

> 只有将科技作为整体，与它的战斗才有希望取得胜利。但这将是革命，而不是改良……而现在工业体系是虚弱的，必须推翻它。如果我们妥协，让它恢复健康，最终我们将完全失去自由。

因为这些原因，泰德·卡钦斯基遁世于山间，逃离文明的控制，后来又策划破坏文明。他的计划是自己制造工具（可以手工打造任何物件），同时避免使用科技（借助一个系统制造物件）。他的小屋结构非常巧妙，后来联邦调查局探员将它与卡钦斯基的其他财产分离，记为一个完好无损的独立单元——如同一块塑料，并保存起来（现在被重新组合，放置在华盛顿特区的新闻博物馆内）。他将住所建在远离道路的地方，骑山地自行车进城，在小阁楼上把捕猎到的动物肉晒干，晚上借着黄色的煤油灯制作复杂的炸弹装置。这些炸弹用于袭击那些管理他所憎恶的文明的专业人士。尽管他的炸弹是致命的，但是未能有效地达到目标，因为无人知道这些攻击的目的何在。他需要广告牌宣扬为什么要破坏文明，需要一份刊登在世界主流报纸和杂志上的宣言。只要人们读到

这份宣言，少数人就会明白自己是怎样被禁锢的，并加入他的事业。也许，其他人也会开始用炸弹袭击文明社会的关键地点。于是，卡钦斯基想象中的自由俱乐部（他在宣言中的落款就是FC注，前面带有表示复数的「我们」）将有更多的成员。

就在宣言发表之后，对文明社会的大量袭击停止了（这份宣言倒是帮助政府抓捕了卡钦斯基）。偶尔，某个「地球优先」运动的成员会焚烧侵占大自然领地的建筑物，或者向推土机的油箱里倾倒糖浆。在人们以另一种和平方式抗议七国集团首脑会议期间，一些反文明的无政府主义者（自称为无政府原始主义者）打碎快餐店的临街窗户，损毁财产。但是，针对文明社会的大规模袭击从未发生。

问题在于，卡钦斯基的大部分基本假设，也就是其论点的初始公理，是错误的。邮包炸弹客断言科技剥夺人们的自由，可是世界上大多数人认为相反。因为认识到科技可以给予他们更多自由，所以这些人被科技所吸引。他们（即我们）以现实的态度判断这一事实：是的，当人们采用新技术时，某些选择的确被排除在外，但是其他很多选择涌现出来，因此自由、选择和机会的净收益增加了。

以卡钦斯基本人为例。25年来他住在烟雾弥漫的肮脏小屋里，没有电力、自来水和厕所，被自我强化的孤独状态束缚。他在地板上挖洞，供深夜小便之用。按照物资条件的标准，他现在栖身的科罗拉多监狱的牢房可算是四星级：地方更大，更整洁，更暖和，提供自来水、电和他从来不用的厕所，还有免费饮食和比过去好得多的图书馆。在蒙大拿的隐居处，只要天气允许，他就会四处自由游荡。晚上，他可以从数量有限的选项中选择事情来做。从个人角度说，他也许对这片有限天地感到满意，可是所有选择都是高度限制的，尽管他释放了这些有限选择蕴涵的自由——类似于「每天想什么时候种土豆就什么时候种」。卡钦斯基混淆了自主权和自由。他在有限的选择中享受伟大的自由，但是他错误地相信这种狭隘自由要比增加选择数量更好，尽管后一种情况中也许单个选择的自主权会减少。选择圈迅速扩大与只在有限选择中增加自主权相比，前者包含的自由远超后者。


Tide

图10–1 邮包炸弹客的小屋内部。

我的住所或者本书任何读者的住所唯一能与卡钦斯基的小屋进行比较的地方只有约束条件。我的工作需要经常使用机器，不过，科技允许我在家工作，因此大多数下午我会漫步山间，那里有美洲狮和草原狼出没。我可以今天听一位数学家给我讲述最新的数字理论，明天携带极少的生存工具，消失在死亡谷的荒野中。关于如何生活，我有大量的选择。虽然数量不是无限的，有些选择无法实现，但与泰德·卡钦斯基在陋屋中可获得的选择和自由相比，我的自由显然要丰富得多。

这是数十亿人从世界各地的山间小屋——与卡钦斯基的小屋非常相似——移居到城市的主要原因。住在老挝、喀麦隆或者玻利维亚的乌烟瘴气的棚屋里的聪明小孩会尽其所能争取前往城市的任何机会，那里有着丰富得多的自由和选择——对移民来说尤为明显。当他发现卡钦斯基认为回到他刚刚逃离的沉闷囚牢里能够享受更多自由时，会认为这简直是一派胡言。

这些年轻人没有因为某种科技魔咒的蛊惑而固执地相信文明是更美好的。山村生活给他们带来的不是魔咒，而是贫穷。他们离开那里时，清楚地知道自己放弃的是什么。他们可以体会家庭的舒适和支持以及小乡村中邻里团结的珍贵价值，享受清新空气，感受作为整体的自然界对心灵的抚慰。他们担忧会远离这些珍贵的事物，但不管怎样还是离开了自己的陋屋，因为他们的天平最终偏向文明社会的自由。他们能够（并且愿意）返回山村，恢复活力。

我家没有电视，当我们买车时，很多城市里的朋友还没买。避免接触某些技术当然是有可能的。门诺教徒在这方面做得很好，还有很多人也是如此。可是，邮包炸弹客在这一点上言之有理：随着时间流逝，开始时不具有强制性的选择会越来越成为社会的必需品。首先，某些技术（例如污水处理、接种疫苗和交通信号灯）曾经是可选项，而现在被社会强制执行并得到改进。其次，还有其他系统性技术，例如汽车，也是自我强化的。轿车的成功推广和它提供的便利从公共交通领域吸走财富，降低了公共交通的吸引力，激励人们购买轿车。其他数千种技术受同样的动力驱使：使用的人越多，就越具有必不可少的性质。生活中如果没有这些必要技术，我们需要付出更多努力，或者至少用更加深思熟虑的技术作为替代。如果这种自我强化的技术网络产生的选择、机会和自由的总收益不能超过它造成的损失，那么它就是一种绞索。

反文明主义者会争辩说，我们接受更多技术，是因为系统本身对我们洗脑，除了说「还要更多」，我们别无选择。我们只能抗拒几种无关联的技术，因此被囚禁在这个精心编织的人造谎言里。

的确有可能，技术元素对所有人洗脑，只有少数头脑清楚的无政府原始主义者愿意摧毁物质生活。如果邮包炸弹客的文明替代方案更加清晰，我也倾向于赞同打破这个魔咒。可是，摧毁文明之后该怎么办？

我阅读了反文明社会的崩溃论者撰写的文献，研究他们所设想的技术元素崩溃之后的道路。反文明梦想家用大量时间考虑如何推翻文明（与黑客结盟、潜入发电塔、炸毁大坝），可是对于用什么取代文明却思考不多。他们倒是对文明之前的世界是何模样有自己的理解，按照他们的观点，那个世界就像这样（摘自《绿色无政府状态启蒙读本》）：

> 文明形成之前，人们普遍享有大量闲暇时光、极高的性生活自主性和质量，可以与大自然进行无危害的接触，看不到有组织的暴力活动，没有媒体和正规机构，体格强健。

接着文明来了，地球的各种问题出现了（的确如此）：

> 文明是众多问题的滋生地，举几个破坏性衍生物的例子：战争、女性的附属地位、人口增长、苦力活、财富观、根深蒂固的等级制度，以及几乎所有已知疾病。

环保无政府主义者讨论过关于重新找回灵魂、钻木取火以及素食主义对猎人来说是否合适的话题，但是没有任何关于各种小团体如何寻找新的生存模式或者他们是否尝试过寻找这种模式的说明。我们打算「重归自然」，可是重归自然者羞于讲述回归自然的生活是什么样的。曾经与我交谈过的富有创造力的环保无政府主义作家德里克·詹森驳斥了文明缺乏替补选项的观点，直截了当地告诉我：「我不提供候选项的原因是没有必要。这些选择已经存在了数千年或数万年，并且一直存在。」当然，他指的是部落生活，但不是现代部落。他谈到的部落没有农业，没有抗生素，只有木头、毛皮和石器。

反文明主义者的真正困难在于可持续的有吸引力的文明替代物是无法想象的。我们不能描绘它，无法理解它怎样成为我们愿意前往的地方。不能想象这个由石器和毛皮构成的原始世界能够发挥我们每个人的才智。因为难以想象，所以它绝不会存在，没有任何事物是不用想象就可以创造的。

尽管无政府原始主义者想象不出有吸引力的、持久的文明替代物，但他们都同意某些做法有助于人与自然的和谐，例如吃低热量食物，占有很少的财物，只使用自制的物件，这会使我们的满足感、幸福感和人生意义提升到1万年来前所未有的新层次。

可是，如果这种快乐的贫穷如此具有吸引力，如此有益于人类灵

魂，为什么没有一名反文明主义者像那样生活？就我的研究和单独拜访他们的过程来看，所有无政府原始主义者都过着现代生活。他们生活在邮包炸弹客所谓的陷阱中，通过速度很快的台式计算机表达对机器的愤怒，甚至还喝咖啡。他们的日常生活与我只是略有不同。为了更好地支持游牧式的渔猎采集生活，他们并没有放弃文明社会的便利。

也许，有一个纯粹主义者是例外：邮包炸弹客。卡钦斯基对自己信仰的追随比其他批评家更进一步。初看之下，他的信仰似乎是可行的，可是再看之下，它堕落为同样的结果：以文明的养分为生。邮包炸弹客的小屋堆满了机器制造的商品：雪地靴、长靴、汗衫、食物、爆炸物、床垫、塑料壶和水桶等。他本来可以自己制造所有这些物品，但他没有。工作了25年后，为什么他不自己制造与科技系统无关的工具呢？照片显示，他的小屋内部一片凌乱，就像从沃尔玛购物归来。他从野外搜寻到的食物极少。相反，他会定期骑车去镇上，在那儿租车前往大城市，从超市补充食物和日常用品。他没有意愿在远离文明的情况下生活。

我们知道，要摧毁文明，除了缺少有吸引力的候选项，还有最后一个问题，那就是自称为「文明仇恨者」的人想象中的文明替代物今天甚至无法支撑小部分人的生活。换句话说，文明的崩溃将导致数十亿人死亡。具有讽刺意味的是，那时最贫穷的农村居民将享受最好的生活，因为他们可以回归渔猎采集生活，困难最小，而对于数十亿城市居民来说，一旦食物耗尽，疾病肆虐，他们将在数月或数周内死去。无政府原始主义者对这种大灾难前景相当乐观，断言崩溃加速到来可以拯救所有生命。

泰德·卡钦斯基的观点似乎再次独树一帜，在被捕后的一次采访中，他以非常清晰的思维阐述了对人类灭亡这一前景的思考：

> 对于那些意识到有必要废除科技工业系统的人来说，如果是为了系统的崩溃而努力，实质上是在屠杀民众。如果系统崩溃了，将会产生社会混乱和饥荒，不会再有任何供农业设备使用的零部件或燃料，也不会再有现代农业必需的杀虫剂和肥料。因此人类将没有足够的粮食供应，这会产生什么结果？就我的观察而言，这样的情景是任何激进分子都不敢正视的。

也许卡钦斯基个人「敢于正视」摧毁文明导致的逻辑上的结果：数十亿人将因此死亡。他一定认为在这个过程发生之前再多杀几个人无关紧要。毕竟，科技工业复合体夺走了他身上的人性，所以如果在消灭奴役数十亿人的科技系统过程中不得不夺走几十个人的生命，那也是值得

的。因为数十亿人都被科技掌控，失去灵魂，就像他本人一样，所以这些倒霉蛋的死亡也是理所应当的。一旦文明毁灭，新一代人将获得真正的自由。他们都会成为自由俱乐部的成员。

最大的问题是，如果卡钦斯基描绘的天堂——解决文明恶果的方案，或者这么说，自主性技术元素自发形成的替代物，就是狭窄、烟雾弥漫、污浊发臭的小木屋，那么绝对没有其他人愿意住进去。它是几十亿人都会远离的「天堂」。文明有它自己的问题，但是几乎所有方面都要好于邮包炸弹客的陋屋。

邮包炸弹客认为科技是整体的自我维持的机器，在这一点上他是对的。他还准确地指出这个系统的自我本性会造成特定的危害。技术元素的某些方面不利于人类本身，因为它们抑制我们的个性。技术元素也包含伤害自身的力量，因为不再受自然和人类控制，它会以极快的速度突飞猛进，直至灭亡。最后，如果不重新给技术元素确定方向，它可能还会危害自然。

然而，面对科技存在缺陷这一事实，邮包炸弹客错误地决定将其摧毁。他的理由很多，但完全没有考虑到文明机器提供给我们的实际自由比替代物更多。让这部机器运转要付出代价，我们刚刚开始认真思考这种代价，可是迄今为止不断膨胀的技术元素带给人类的收益绝对超过没有任何机器的替代社会。

很多人不相信这一点，完全不相信。我从很多谈话中推断，本书读者中有相当一部分会站在卡钦斯基一边，拒绝接受这个结论。我认为科技的积极面略微超过消极面，这样的观点无法说服这些读者。

相反，他们相信，膨胀的技术元素夺走了我们的人性，也偷走了孩子们的未来。因此，我在前面各章中概述的所谓科技收益一定是假象，是人类诱导自己沉迷于新事物的花招。

我不能否认他们谈到的缺陷。我们拥有的「越多」，似乎越不满足，头脑越迟钝，幸福感越低。他们恰当地指出，很多民意测验和调查反映了这种不安心理。愤世嫉俗者相信，科技进步不过是延长我们的寿命，这样我们又可以多出几十年时间来发泄不满。未来某个时刻，科学可以让我们永生，因此我们将永远不快乐。

我的问题是：如果科技这样糟糕，为什么我们还要把它牢牢抓在手心，甚至在泰德·卡钦斯基揭露它的真实本性之后仍是如此？为什么真正英明忠诚的生态卫士不彻底远离科技，就像邮包炸弹客尝试的那样？

有一种理论认为：技术元素不受约束的物质主义使我们的精神集中于物质，将更伟大的生命意义抛在一边。为了找到某种生命意义，我们陷入盲目的狂躁中，疯狂地、积极地、不停息地、痴迷地使用技术，去

追寻似乎唯一存在的答案——创造更多技术。最终，我们需要越来越多的技术，而满足感越来越低。「需求上升，满足感下降」是毒瘾的表现之一。根据这个逻辑，科技是一种毒瘾。我们强迫症的病因不是电视机、互联网或手机短信，而是技术元素这个整体。也许我们沉迷于新生事物通过多巴胺传递的快感。

这也许可以解释为什么连那些理性反科技人士也仍然在购买新产品。换句话说，我们知道它产生的危害有多大，甚至知道它对我们的奴役有多深（我们翻阅过邮包炸弹客的宣传小册），可是仍然积累了数量巨大的发明和物品（也许心怀愧疚），因为我们无法抑制欲望。在科技面前，我们无力抗拒。

如果这是事实，那么它的治疗方法会令人稍感不安。一切成瘾性可以通过改变瘾君子本人而不是他所沉迷的可恶快感来戒除。不论是实施十二步戒毒法还是药物治疗，解决问题的关键在于成瘾者的意识。最终，他们的解脱之道不是改变电视机、互联网、赌博机或酒精的性质，而是改变与致瘾源的关系。那些成功戒瘾者的方法是聚集力量对抗自身的软弱。如果技术元素是一种瘾，我们无法通过改变技术元素来戒瘾。

这种解释的另一种版本是：我们上瘾了，但不自知。我们中了魔法，被烛光催眠。科技具有某种黑魔法，削弱我们的判断力。按照这种解释，媒体技术掩盖了技术元素在乌托邦外衣下的真实色彩。它那诱人的新收益前景蒙蔽了我们的双眼，使我们忽视了隐藏着的强大的邪恶力量。我们的行为受某种魔咒的驱使。

但是这个全球性的魔咒一定是得到全体认可的幻术，因为我们都想要同样的新产品：最好的药，最酷的汽车，最小的手机。它一定是最强大的魔咒，因为它影响了人类全体成员，无论我们的种族、年龄、地理位置和健康状况存在什么差异。这意味着本书的每位读者都被施加了这种魔法。大学校园里的时髦理论是，在这种咒语的迷惑下，我们被传播科技的企业——也许还有这些企业的管理者——欺骗和引导。可是那样意味着首席执行官们知晓这场骗局，或者不受其影响。但根据我的经验，他们与其他人同病相怜。我和他们中的很多人交谈过，相信我，他们没有能力制造这样的阴谋。

不那么时髦的理论认为，科技按照自己的意愿诱骗我们。它通过科技媒体给我们洗脑，让我们接受科技整体上有益于人类的思想，从而忽视它的缺陷。作为相信技术元素有其自身发展规律的群体中的一员，我发现这个理论似是而非。我完全理解它的拟人色彩。在这样的逻辑下，我们可以预期接受科技文化最少的人受骗程度最低，对这种显而易见的危险最清楚。他们应该就像看见没穿衣服的皇帝——或者说色厉内荏的

皇帝——的孩子们。可事实上，那些没有被媒体施加魔法的受压迫者通常是最急于去旧迎新的人。他们看着技术元素这个巨人，对它说：给我一切，马上。如果他们自认为是智者，就会说：只给我好东西，不要添加任何蹩脚货。

另一方面，受科技影响最深的群体——驾驶普锐斯汽车、写博客和微博的专家们，通常才是「看见」或者相信技术元素的魔咒存在的人。对我来说，这种颠倒现象不合情理。

那么，还剩下一个理论：我们自愿选择科技，连同它的重大缺陷和显而易见的危害性，是因为我们潜意识里看重的是它的优点。我们在心里对科技进行全面衡量，注意到其他人的沉迷，环境的破坏，自身生活的干扰，以及各种技术导致的个性模糊，然后把这些相加，与收益进行比较。我相信这不是完全理性的程序，我认为我们还互相交流对科技的感受，这些被视为与优点和缺点同等重要的衡量因素。不过我们以切实可行的方式进行风险收益分析。即使最原始的萨满巫师在决定是否用野生动物皮交换砍刀时也要计算收益和损失。他目睹了别人获得钢刀的经过和结果。我们面对未知技术时也会如此，只是方法不尽相同。大多数时候，在我们用经验的天平衡量完科技的优缺点之后，发现它带来的收益要多于损失，但差距并不是很大。换句话说，我们自愿选择接受科技，同时承受代价。

不过作为非理性的人，有时我们作出的选择可能不是最佳的，这有几个原因。科技的代价不是显而易见的，而对优点的预期通常被大肆宣传。为了提高作出更优决定的可能性，我们需要——我很厌恶这么说——更多技术。揭示科技的全部代价、减小宣传造成的影响，方法在于创造更好的信息工具和过程。我们需要做到技术使用过程中实时的自我监控、无保留地交流问题、对测试结果的深度分析、持续的重复检测、制造业供应链的精确记录以及诚实报道诸如污染这样的负面外部效应。科技可以帮助我们揭示科技的代价，有助于更好地选择技术的使用方法。

具有悖论意味的是，更加出色地显示科技缺陷的技术工具将改善科技的名声。这些工具促使人们有意识地评估科技，使之合理化。借助合适的工具，我们可以把对科技的评估提升为科学。

最后，真实地叙述每一项特定技术产生的种种恶果可以让我们知道，人类自愿拥抱技术元素，不是沉迷于它，也不是中了魔咒。

1. 《弗兰肯斯坦》是英国诗人雪莱的妻子玛丽·雪莱在1818年创作的科幻小说，弗兰肯斯坦是小说中那个疯狂科学家的名字。——译者

注

2. 工业革命初期爆发了破坏机器反对压迫的「卢德运动」，后用卢德分子指代激烈反对技术进步论的人士。——译者注
3. 棘轮效应，经济学概念，指的是人的消费习惯形成之后有不可逆性，即易于向上调整，难于向下调整。——译者注
4. 英文Freedom Club的简写。——译者注

第十一章 阿米什改装者的经验
专家导读

在高度现代化的美国，阿米什人的守旧传统，是一道独特的风景。

与卢德分子不同的是，阿米什人并非断然拒绝使用流行的新技术，他们的做法是「如何平衡技术的好与坏」。

总体上说，阿米什人刻意与现代工业文明和技术保持相当的距离。他们拒绝使用绝大多数现代社会常用的技术装置，特别是拒绝电力、汽车、互联网和电话等，这些现代文明须臾不可或缺的技术。

阿米什人中流传着这样一句话：「守住底线。」他们按照自己的原则，有选择地、审慎地考察新技术、选择新技术，在享受技术的便利和益处的同时，对技术可能带来的威胁、引诱保持警惕。

比如说，阿米什人有意识地使用改装后的电力装置，使用电池驱动的装置。他们也使用杀虫剂和化肥，但他们知道适可而止。

在选择哪些技术可以有限度地使用时，阿米什人有一套自己的原则，比如「有限度地接受技术」，「根据经验而不是根据理论来评估新事物」，「建立选择的标准」，以及「作出选择的不是个体，而是团体」。

在实地考察阿米什人的生活、工作，以及对科技的态度之后，凯文·凯利有一个有趣的发现：对阿米什人来说，「干扰越少 ＝ 越容易满足」。阿米什人追求的并非那种没有止境的、更高更快更强的炫耀感，他们追求内心的「满足感」。这种「满足感」并非来自技术元素「为我所用」的贪婪，而是来自为他人提供好处的「群体意识」。

这种「群体意识」中，很重要的一点就是对待技术元素的基本态度，「与科技世界真正的亲密接触，意味着他们完全知道外界可以提供什么，以及自己到底在拒绝什么」。

不过，凯文·凯利的挑战并未就此完结。下一章，他将给出更加开放的回答：与科技共进退，人类应当掌握何种原则？

在任何关于避免沉迷于科技能带来什么回报的讨论中，阿米什人都是不能回避的例子，他们提供了值得尊敬的第二选择。阿米什人被认为是卢德分子——拒绝使用流行的新技术的人。众所周知，最严肃的阿米什人不用电，不驾驶汽车，宁愿用人力工具耕种，以马和轻便马车作为运输工具。他们偏好的技术产品要么是自己可以制造的，要么是自己可以维修的。整体而言，他们生活节俭，相对自立。他们呼吸着野外的新鲜空气，用双手劳作，这种生活使他们受到坐在小房间里用电脑工作的普通呆伯特们的喜爱。此外，他们极为简约的生活方式正日渐兴旺（阿米什人口年增长率为4%），另一方面，越来越多的中产阶层白领和工厂工人正遭受失业和破产。

邮包炸弹客不是阿米什人，后者也完全不属于崩溃论者。他们创造的文化似乎提供了宝贵经验，有助于思考如何平衡科技的好与坏。

然而阿米什人的生活方式绝对不是反科技的。事实上，根据数次拜访他们的经历，我发现他们是天才的伐木人和工匠，彻底的制造者和自力更生者。令人吃惊的是，他们通常是科技的支持者。

首先，有几点要预先说明。阿米什人不是庞大的团体，他们按照教区分配工作。俄亥俄州团队的工作也许与纽约州教区团队不同，但可能和艾奥瓦州教区的团队相同，后者也许任务更繁重。另外，他们与科技的联系紧密程度不一。大多数阿米什人搭配使用传统的和非常新潮的物品，和我们一样。记住这一点很重要：阿米什人的事业最终是由宗教信仰驱动的，技术结果放在第二位。他们的决定经常不具有逻辑动因。最后，阿米什人的工作随时间而变，并且以特有的速度吸收新技术，此时他们与世界同步。从很多方面看，阿米什人被视为守旧的卢德分子只是都市神话。

像所有的传奇一样，阿米什神话建立在若干事实基础上。阿米什人，特别是旧秩序派阿米什人——印在明信片上的老派阿米什人——确实不愿意接纳新事物。在当代社会，我们对新事物的预设回答是「接

受」，而在旧秩序派阿米什团体中，预设答复为「还没有」。当新事物出现时，旧秩序派阿米什人会自动忽视它们。因此当新汽车上市时，很多旧秩序派绝不会说「好」。取而代之的是，他们乘坐轻便马车出行，这种交通工具一直伴随着他们。某些规定要求轻便马车作为公共财产，这样使用者——例如青少年——就不会受到诱惑驾车去私人领地闲逛，也有规定允许马车私有。某些规定允许用拖拉机耕田，前提是拖拉机轮子是钢制的，而且不能「伪装」成汽车在路上行驶。有些团体同意农夫使用柴油发动机为联合收割机和脱粒机提供动力，只要该发动机仅用于让脱粒系统旋转，不作为车辆推进设备，也就是说，这一整台冒着黑烟、声音嘈杂的机械装置是靠马拉动的。有些地区允许使用汽车，但外壳必须完全涂成黑色（不含铬合金），目的是防止教徒禁不住诱惑将这些车升级为最新车型。

在所有这些差异后面隐藏的是阿米什人巩固社团的决心。当上个世纪之交汽车刚开始出现时，阿米什人注意到有车的成员会离开社区，前往其他城镇游玩和观光，而不是在星期天拜访家族成员或探望病人，或者在星期六光顾当地商店。于是他们颁布禁令，限制使用这种不受约束的交通工具，目的在于提高远程旅行的难度，使成员集中精力建设当地社团。有些教区的规定尤为严格。

旧秩序派阿米什人的无电生活受到类似的共同决心驱使。他们发现，当镇里的发电机通过电线向自己家中供电时，他们与城镇的节奏、政策和事务的联系越发紧密。阿米什人的宗教信仰准则是「存于世间，超然于世间」，因此他们应该尽可能与世隔绝。与电的联系使他们与外界发生关系，所以他们为了保持独立而放弃电力带来的收益。即使今天在很多阿米什家庭中，也仍然看不到接通的电线。他们远离电网。没有电和汽车的生活隔断了现代社会可以提供的大部分便利。没有电，意味着没有互联网、电视和电话，从而使阿米什人的生活方式与我们复杂的现代生活完全对立。

可是当你参观阿米什农场时，这种简单性就不复存在了，事实上，在到达他们的农场之前就已经消失了。沿道路漫步，可以看见戴着草帽、身穿吊带裤的阿米什儿童踩着溜冰鞋快速滑过。我发现一栋校舍前停放着一批踏板车，这就是孩子们的交通工具。而在同一条街上，满是灰尘的小型货车接二连三地经过学校。每辆车的后座都挤满了蓄着大胡子的阿米什人。这是怎么回事？

事实证明，阿米什人认为使用和拥有是两个概念。旧秩序派不会拥有轻型货车，但会驾驶。他们不会申请驾驶证，购买汽车，支付保险，然后变得依赖汽车和工矿车辆，可是他们会乘坐出租车。由于阿米什人

口多于农庄需要的劳动力数量，因此很多人在小工厂工作，他们会租用外人的货车接送他们上下班。因此，即使以马和轻便马车为交通工具的人也会使用汽车——按照他们特有的方式。（同样非常节俭。）

阿米什人还对工作中采用的技术和生活中的技术进行了区分。我还记得早年拜访一位阿米什人的经历，他在宾夕法尼亚州兰开斯特经营木材加工厂。可以称他为阿莫斯，尽管这不是他的真名：阿米什人不喜欢别人注意他们，因此不愿意照相或者看到自己的名字见诸报章。我跟随阿莫斯进入一座肮脏的水泥建筑内。室内大部分地方依靠从窗口进来的自然光照明，环境昏暗，但是在一个非常凌乱的房间里，一盏单独的电灯悬吊在木制会议桌上方。主人看到我盯着那盏灯，当我注视他时，他只是耸耸肩说，这是为方便我这样的拜访者参观而设置的。

虽然除了那盏孤零零的电灯外，这家大型工厂的其余部分缺少电力供应，但是用电设备可不少。电磨砂机、电锯、电刨床和电钻等设备发出震耳欲聋的声音，使整个厂区都在振动。不论走到哪里，都可以看见满身锯末的蓄须男子将木头送进声音尖利的机器。这不是文艺复兴时期能工巧匠手工杰作的再现。这是一家借助机器动力制造木质家具的工厂。可是电力来自哪里？当然不是来自风车。

阿莫斯领着我来到厂区后面，一辆运动型多功能车大小的巨型内燃发电机坐落在那里。这是个大块头。除了油气发动机，还有一个巨大的容器，我了解到这是用于存储压缩空气的。油气发动机燃烧石油产生压力，将压缩空气送入储气罐。一组高压管从储气罐出来，曲折延伸至工厂的每个角落。每台设备都有一根坚硬的弹性橡胶管连接到高压管。整个工厂依靠压缩空气运转，所有机器使用的都是压缩空气产生的电力。阿莫斯还向我展示了压缩空气开关，他可以像打开电灯似地摁下这个开关，启动一些涂有干性油漆的气动风扇。

阿米什人把这种压缩空气系统称为「阿米什电力」。起初，空压机被阿米什工厂采用，后来他们发现空气动力非常有效，于是这种设备开始进入阿米什家庭。事实上，当地存在完整的家庭手工业体系，他们改装工具和设备，使之适应阿米什电力。例如，改装者购置重型搅拌机，取出里面的电动马达，然后用尺寸合适的气动马达取而代之，并加装空气压缩连接设备，好了，阿米什妈妈的节电厨房里现在有搅拌机啦。你还可以拥有空压缝纫机、空压洗衣机和干燥机（用丙烷加热）。阿米什改装者们用压缩空气驱动电力设备，试图在这方面超越其他人，展现了一种纯粹的蒸汽朋克注（应该说空气朋克？）式的迂腐。他们的机械技巧给人留下深刻印象，考虑到孩子们在8年级后就不再上学，这种技巧尤其值得注意。他们喜欢炫耀那种令人厌烦的改装技能。我遇到的所有

工匠都声称空压机器比电力设备更优越，因为空气更加高效持久，比电动马达寿命长，后者经过几年高负荷运转就报废了。我不知道这种优越性结论是否符合事实，或者仅仅是辩解的理由，但是这种评论总是反复出现。

我参观了一家改装作坊，主人是严谨的门诺教徒。马琳是一名矮小的无须男子（门诺教众不允许留胡子）。他的交通工具是马和轻便马车，没有电话，但是住所后面的作坊使用电力制作压缩装置的零部件。与门诺教群体中的大多数人一样，他的孩子们就在他的身边一起工作。有几个男孩身着与世俗之人无异的服装，操作以丙烷为能源的金属轮叉车（轮胎不含橡胶，这样就不能在马路上行驶）搬运一堆堆的重金属原料，这些原料经过铣削，制成非常精细的空压马达金属件和阿米什人最喜爱的物件之一——煤油炉灶。由于加工公差要达到千分之一英寸，因此几年前他们在位于马厩之后的后院安装了价值40万美元的数控铣床。这台大型器械与运货卡车一般大小，由马琳的14岁女儿操作，小姑娘戴着帽子，身穿长裙。借助这台数控设备，她制造出不靠电网靠马力的生活方式所需的元器件。

我说「无电网」而不是「无电力」，是因为我在阿米什人的家中不断发现用电设备。既然在仓库后面安装了大型内燃发电机，给储存牛奶（阿米什人主要的经济来源）的冷藏设备供电，那么使用小型供电装置就无关紧要了。充电电池就是一个例子。在阿米什农场里可以找到电池供电的计算器、手电筒、电围篱和自带发电机的电焊机。阿米什人还用电池为收音机和电话（安放在仓库或作坊外面）供电，或者在乘坐马车时为必需的前灯和转弯指示灯提供电力。一位聪明的阿米什人花了半小时的时间向我说明他如何巧妙改装马车转弯灯，使信号灯在转弯完成后自动熄灭，就像汽车那样。

今天，太阳能电池板在阿米什人当中日益流行。依靠这些设备，他们可以在远离电网的情况下获得电力，这曾经是他们的主要烦恼。太阳能基本上用于抽水机抽水这样的有偿劳动，但它将慢慢渗入到家庭生活中。大多数创新技术都会经历这样的过程。

阿米什人使用一次性尿布、化肥和杀虫剂，是转基因玉米的大力推广者。在欧洲，这种玉米被称为科学怪食。就这个问题我询问了几位阿米什老者。为什么要种植转基因作物？哦，他们回答，玉米容易受玉米螟祸害，这种害虫蚕食玉米秆底部，有时会使秸秆折断。现今的500马力收割机无法处理这种虫害，它们只是吸入所有作物，然后将玉米粒吐入储物箱中。阿米什人采用半手工的方式收割玉米，他们用切割器具砍断玉米秆并直接投入脱粒机。可是如果有很多秸秆折断，就必须用手拾

取后扔进脱粒机。这个工作量很大，让人汗流浃背。因此他们种植苏云金杆菌玉米。这是一种基因变异作物，携带可杀死玉米螟的苏云金杆菌的基因，产生对玉米螟致命的毒素。被折断的秸秆减少了，可以用机器收割，于是产量得到提高。一位让儿子们管理农场的阿米什老人说，他岁数太大，没有力气抛投沉甸甸的被折断的玉米秆。他告诉儿子，除非他们种植苏云金杆菌玉米，否则他不会帮忙收割。如果老人不肯帮忙，替代方案需要购买昂贵的现代收割设备，儿子们都不愿意出钱。因此转基因玉米技术允许阿米什人继续使用陈旧的、得到充分验证的无负债设备，实现保持家庭农场完整性的主要目标。他们没有使用这样的言辞，但明确表示他们认为转基因玉米技术适合家庭农场。

人工受孕、太阳能和网络是阿米什人至今仍争论不休的技术。他们在图书馆上网（使用但不拥有）。事实上，有时阿米什人在公共图书馆的房间里建立网站，为他们的事业服务。尽管「阿米什网站」听起来像笑话，但的确有不少这样的网站。他们对后现代创新技术——例如信用卡——又是什么态度？一些阿米什人确实持有信用卡，也许起初是为了开展业务。可是随着时间流逝，阿米什主教们注意到过度消费的问题以及由此产生的危险利率。农民背负债务，这不仅损害他们本人，也影响到他们的社区，因为家族不得不帮助他们渡过难关（这是社区和家族存在的意义）。因此，经过一段时间的尝试后，长老们决定禁止使用信用卡。

一位阿米什男士告诉我，电话、寻呼机、黑莓手机和iPhone（是的，他知道这些产品）的问题是「你得到的是消息，而不是谈话」。这大概是对我们这个时代的准确概括。亨利有着长长的白胡子和形成鲜明对比的年轻的明亮眼睛，他告诉我：「如果我有电视机，我就会收看电视。」还有什么能比这更简单明了？

在所有模糊的规定中，没有哪一条像是否应该接受手机这个问题那样吸引阿米什人的注意力。过去，阿米什人会在车道尽头修建小屋，放置邻里间共用的应答机和电话。小屋为呼叫者遮蔽风雨，将电网隔离在外，而屋外漫长的人行道减少了电话的使用，使之集中用于至关重要的电话，而不是闲聊。手机是新花样。它不需要电话线，也不需要电线。一位阿米什人告诉我：「站在电话亭中手持无线电话和站在室外拿着手机，有什么区别？没有任何区别。」进一步观察，可以发现手机受到妇女的喜爱，既然她们不能开车与远方的家人团聚，那么可以通过手机与他们保持联系。主教们注意到手机非常小，可以藏起来，这对致力于反对个人主义的人来说是一种隐忧。阿米什人在手机的问题上仍然没有定论。或许更准确的说法是，他们认为「可能没问题」。

对依靠电网生活的人来说，不接触互联网和电视、除了《圣经》之外没有其他书籍的阿米什人见多识广，这令人费解。对于他们不了解并且已经有看法的事物，我没有太多可以解释的。令人吃惊的是，在阿米什人的教区，大部分新事物都至少有一个人尝试过。实际上，新技术早期使用者的热情鼓舞阿米什人试用该技术，直到它被证明有害为止。

下面举例说明典型的新技术采用模式。伊万是阿米什团体中的技术高手，他总是第一个尝试新发明或新技术。他认为新式的数据流调制器的确有用，而且相信它不违背阿米什社会的基本信仰。于是他去见主教，提出申请：「我想试用它。」主教回答：「好，伊万，想做就做吧。但是，如果我们认定它对你没有帮助，或者在危害其他人，你必须放弃。」于是伊万获得了这项技术，并加以改进，同时邻居、家人和主教都在热切观望。他们权衡优点和缺陷。数据流调制器对社区将产生什么影响？对伊万又有什么影响？阿米什人就是这样开始使用手机的。根据传闻，第一批请求使用手机的阿米什技术高手是两位牧师，他们也是立契约者。主教不愿意批准申请，但还是作出妥协：手机只能在有驾驶员的货车内使用。货车将成为移动的电话小屋。接着整个社区都在注视这两位立下契约的人。手机似乎可以发挥作用，于是其他早期使用者加入。不过，任何时候，甚至数年后，主教仍然可能禁止使用手机。

我参观了一家制造著名的阿米什马车的工厂。从外面看，这些马车结构简单，样式老旧。但是当我查看生产过程时，可以看出它们是技术含量高、复杂程度惊人的设备。它们的材料是轻质量的玻璃纤维，通过手工浇铸而成，内部配置不锈钢五金器具和很酷的LED（发光二极管）灯。厂长的儿子、处于青春期的大卫也在工厂上班。与很多从小和父母一起工作的阿米什人一样，大卫表现出难以置信的成熟稳重。我问他怎么看待阿米什人和手机的关系。他偷偷地把手伸进工作裤里，拿出一个手机。「他们很可能接受手机。」他微笑着说，然后快速地补充道，他为当地由自愿者组成的消防队服务，所以才会有手机。（那是应该的！）他的父亲插嘴说，如果阿米什人接纳手机，「就不会有电话线穿街走巷进入我们的房子」。

阿米什人的目标是在追求现代化的同时与输电网络保持距离，在向这个目标迈进的过程中，有些阿米什人在内燃发电机上安装了变频器，连接充电电池，为他们提供110伏离网电压。他们首先给电咖啡壶这样的专用电器供电。我看到有一家人在起居室的家庭办公室中摆放着复印机。现代家电是否会慢慢进入阿米什家庭，直到100年后他们拥有我们现在所拥有的一切（而那时又将再次落后）？他们会接受汽车吗？当外界都在使用个人喷气背包时，旧秩序派是否仍将驾驶旧式的内燃动力老

爷车？他们会接受电动车吗？我问18岁的阿米什人大卫，他预计未来将会使用什么交通工具。令我大吃一惊的是，他的回答是机敏的青少年所特有的：「如果主教同意教区放弃马车，我可知道自己要买什么：黑色的福特460V8。」这是500马力的汽车。有些门诺教规则使用黑色的普通汽车——没有铬合金或华丽外表。因此黑色的改装汽车可以接受！他的父亲，马车制造商，再次插嘴说：「即使那种情况确实发生了，还是会有以马和马车为交通工具的阿米什人。」

接着大卫承认：「当我决定是否加入教区时，我想到未来我也会有孩子，他们是否将在没有约束的环境中长大。我无法想象。」阿米什人当中流行一句短语：「守住底线」。他们都认识到这条底线在不断改变，但是必须保留。

《无电生活》（Living Without Electricity）这本书用图表标示了在其他美国人采用某项技术之后经过多少年阿米什人才会接受该技术。我记得，阿米什人的生活比我们落后50年。他们现在使用的一半发明是在20世纪出现的。他们没有全盘吸纳新事物，可是当他们真正接受时，这些事物已经是别人使用了50年的旧事物。经过这么长时间，收益和代价已经明朗，技术稳定，价格低廉。阿米什人按照他们自己的节奏从容地接纳科技。他们是慢动作高手。正如一位阿米什男士所说：「我们不想停止进步，只是希望放慢速度。」不过，他们缓慢接受新技术的习俗具有启发意义：

1. 有选择地接受。他们知道如何说不，不害怕拒绝新事物。无视的技术多于吸收的。
2. 根据经验而不是理论评估新事物。他们让前期使用者在众目睽睽之下试用新产品，以此决定是否采用。
3. 建立选择标准。他们吸收的技术必须能够巩固家庭和社区，使自己远离外部世界。
4. 作出选择的不是个人，而是团体。社区制定并强制执行针对科技的指导方针。

这种方法对阿米什人是有效的，但对于其他人是否可行？我不知道。其他地方还没有尝试过。如果说阿米什改装者和早期使用者让我们有所感悟的话，那就是新事物出现后首先必须尝试一下。他们的箴言是：「先尝试，如果有必要再放弃。」我们善于尝试，不擅长放弃。要采用阿米什人的方法，我们必须集体提高放弃的能力——对于多元社会

来说这是非常困难的事。社会整体放弃某件事物需要相互支持。在阿米什社团之外我还没有见到这种支持存在的迹象，但是如果的确出现，将是引人注目的信号。

阿米什人非常擅长应对科技，但是这种行为准则能给他们带来什么收益？他们的生活确实因为遵守这种准则而有所改善吗？我们可以看到他们放弃的东西，但他们是否收获了我们想要的东西？

最近一个阿米什人骑自行车沿着多雾的太平洋海岸线来到我家，我有机会与他深入探讨上述问题。他在种满红杉的上坡路上骑了很长时间，满头大汗、气喘吁吁地出现在我家门前。他将自己那辆制作精巧的大行牌折叠车停在几英尺外。他就是骑着这辆车从火车站过来的。与大多数阿米什人一样，他不坐飞机，因此从宾夕法尼亚州出发时，他将车存放在三日横穿全美的火车上。他不是第一次来旧金山，此前也骑车游览过整个加利福尼亚海岸，在火车、自行车和轮船上度过的时光真正让他大开眼界。

此后的一周，我们的阿米什访客在卧室沙发上休息，午餐时向我们讲述他在以马和马车为交通工具、遵守旧秩序的老实人注社区的成长经历。我们的这位老朋友叫利昂，他是个很多方面都不平凡的阿米什人。我与利昂在网上结识。自然，网络是最不可能遇见阿米什人的地方。可是利昂阅读了我在网站上发表的关于阿米什人的文章，然后给我发了邮件。他从未上过高中（阿米什人的教育在8年级后就停止了），却是少数上过大学的老实人中的一员，现在是一名高龄大学生（30多岁）。他希望研究医学，也许会成为第一位阿米什医生。很多曾经拥有阿米什身份的人也上过大学，或成为医生，但没有一个仍居住在旧秩序教区。利昂的非凡之处在于，他是老实人教区的成员，但也享受能够在「外部世界」生活的乐趣。

阿米什人有一项令人称奇的传统：还俗。在还俗期的几年时间里，青少年可以脱下家里缝制的统一服装——男孩是吊带裤和帽子、女孩是长裙和女帽，穿上宽松的裤子或短裙，买车，听音乐，聚会，直到他们决定彻底放弃这种欢愉的现代生活，回到旧秩序教区。与科技世界真正的亲密接触意味着他们完全知道外界可以提供什么以及自己到底在拒绝什么。利昂属于永久还俗的一类人——尽管他从不参加聚会，但是工作非常努力。他的父亲经营一家机器制造厂（常见的阿米什职业），因此利昂擅长使用工具。利昂第一次来我家的那个下午，我正在浴室里铺设水管，他很快就接手这项乏味的工作。他对五金店里的零件极为熟悉，给我留下了深刻印象。我听说过阿米什社区汽车技工的事迹，他们不驾驶汽车，但可以修理客户的任何车型。

利昂谈到只乘坐马和轻便马车的童年生活、上学时学到的知识和只有一个房间的校舍，这时强烈的渴望之情涌上他的脸颊。既然他选择离开，也就放弃了舒适的旧秩序生活。在外人看来，没有电力、中央空调系统和汽车的生活如同一种痛苦的折磨。奇怪的是，阿米什生活提供的安逸时光比当代都市生活更多。按照利昂的讲述，他们总有时间进行棒球比赛，读书，拜访邻居，从事其他感兴趣的活动。

很多关注阿米什生活的人对他们的勤劳进行了评价。这种勤劳让埃里克·布伦德这样的人深感惊奇，他是麻省理工学院的研究生，放弃了工程学士学位，离开学校，与旧秩序阿米什（门诺教）社团一起生活，就是为了揭示这种生活方式给予人们多少闲暇时光。不是阿米什人的布伦德和妻子一起，将家中能够舍弃的器具全部扔掉，尽可能尝试像老实人那样生活。他在《更好的生活》（Better Off）一书中详细记述了这件事。在两年多的时间里布伦德逐渐接受他所谓的超简约生活方式。超简约生活使用「最少的必要技术制作某物」。像他的旧秩序阿米什（门诺教）邻居一样，他把需要使用的技术减少到最低程度：没有电动工具和家用电器。布伦德发现，拒绝电子娱乐、往返长途汽车和烦琐家务的目的仅仅在于维持已有的复杂技术，从而获得更多的休闲时间。事实上，强制性的手工伐木、用马运送肥料以及借助油灯做饭让布伦德第一次真正拥有闲暇时光。同时，艰苦繁重的体力劳动令人满意，值得去做。布伦德告诉我，他收获的不仅是更多安逸，还有成就感。

温德尔·贝里是一位思想家和农夫，他采用马这种传统工具而不是拖拉机耕田，和阿米什人非常相似。如同埃里克·布伦德一样，贝里从体力劳动和农耕成果的真实生活中获得巨大满足。贝里还是一位语言大师，没有人可以像他那样出色地描述极简约生活方式能够提供的「礼物」。他的文集《优质土地的礼物》（The Gift of Good Land）中有一个特殊的故事描述了用最少的技术获得的近乎狂喜的成就感。

> 去年夏天一个炽热潮湿的下午，我们第二次砍伐苜蓿……一丝风也没有。当我们把苜蓿装入马车时，潮湿的热空气似乎包裹着我们，黏在身上。在仓库里感觉更糟，锡质屋顶使温度更高，令空气越发贴身、静止。我们比平常更加安静地工作，没有时间交谈。这是令人痛苦的时刻，毋庸置疑。而且，在可触碰的范围内没有风扇按钮。

> 可是我们坚守岗位，甚至心情舒畅，这绝非未来主义式注的情感释

> 放。完成工作后，在大榆树的树荫下，我们坐在树桩上，讲故事，大笑，长时间交谈。愉快的一天。
>
> 为什么我感到愉快？没有人可以通过「逻辑推导」说明原因。它太过复杂和深奥，无法用逻辑解释。首先，因为我们完成工作，所以开心。这与逻辑无关，但合情合理。其次，这种植物是很好的草料，我们把它们堆成很好的形状。最后，我们相互喜欢，一起工作，因为需要这么做。
>
> 就这样，经过6个月挥汗如雨的工作后，1月里一个寒冷的傍晚，我来到马厩喂马。夜幕低垂，大雪纷飞。雪花挟北风之力穿过马厩墙壁的缝隙。我把畜栏固定好，在饲料槽里放上玉米；然后爬到阁楼上，将散发清香的草料扔进饲料槽。我打开后门，马儿进来，沿过道依次进入畜栏，雪花落在它们的背上。马厩里响彻着它们的咀嚼声。到回家时间了。安逸的生活在前方等我：闲谈，晚餐，炉火，一些书籍。同时我也知道，所有的牲畜已喂饱，正美美地休息，我的舒适因为它们而放大……我走出马厩，关上门，心里很满足。

我们的阿米什朋友利昂提到同样的等式：干扰越少=越容易满足。他的社区时刻准备欢迎他回去，这种感受是显而易见的。想象一下：如果需要的话，邻居会替你支付医药费，或者在几周内无偿帮你修建住所，更重要的是，你可以为他们做同样的事。对技术的使用程度最小化，不受保险或信用卡等文明创新产品的拖累，这些因素造成对邻居和朋友的日常依赖。住院治疗由教区成员支付费用，他们还会定期看望病人。被大火或风暴损毁的仓库将以「仓库建造」注的形式重建，不用申请保险金。同龄人提供金融、婚姻和行为方面的咨询服务。社区尽可能地自力更生，并且仅仅因为它是阿米什社区才能够自力更生。我开始理解阿米什生活方式对它的年轻人所具有的强大吸引力，也明白今天大部分人即使还俗后仍然选择留下的原因。利昂发现，在他的约300名年龄相仿的教区朋友中，只有2~3人放弃这种高度限制技术的生活，加入略微宽松但仍不属于主流的教区。

不过，这种封闭性和依赖性的代价是选择有限。没有人教育程度超过8年级。男性从业范围很窄，女性只能做家庭主妇。对阿米什人或过着超简约生活的人来说，要获得成就感，必须从事传统工作：农民、商人和家庭主妇。但不是每个人都天生具备农业技能，不是所有人都能完

美地适应马匹、谷物的生活节奏和季节的变化规律，以及与山村安逸生活永远的亲密接触。阿米什人的生活规划中会包含支持数学天才或整日沉迷于音乐创作之人的内容吗？

我问利昂，如果所有孩子的教育程度提高至10年级而不是现在的8年级——仅仅作为尝试，那么阿米什生活的全部优点，所有令人舒心的互助行为、带来满足感的体力劳动和可靠的社区基础设施是否仍然能够保持？「哦，你知道，」他说，「孩子们的激素大约在9年级时开始分泌，男孩，甚至还有些女孩，就是不想坐在凳子上写作业。他们要求既动脑又动手，渴望成为有用的人。这个阶段孩子们参与实践工作可以学到更多知识。」理由充分。我10岁时希望自己「做些真正的东西」，而不是被关在乏味的高中教室里。

阿米什人现在表现出来的独立自主的生活方式严重依赖环绕这块飞地的更高层次的技术元素，他们对这个问题有些敏感。制作割草机时使用的金属原料不是他们采掘的，所用的煤油不是他们开采和处理的，房顶的太阳能电池板不是他们制造的，衣服里的棉花不是他们种植和纺织的，社区医生也不是他们教育和培训的。他们还以不参加任何类型的武装力量而著称。（但要补充的是，阿米什人是世界级的志愿者，活跃于外部世界。很少有人比阿米什人更频繁地担任志愿者，更加专业，更富有激情，他们乘坐公共汽车或轮船旅行到远方，在那里为穷人建造住宅和学校。）如果阿米什人必须自己制造全部能源，种植制衣所需的全部纤维植物，采掘全部金属，砍伐并切割全部木材，他们就会面目全非，因为需要操作大型机械、经营危险的工厂、涉足其他行业，这些都不是他们的后院能够容纳的（这是用来判断某种技术是否适合他们的标准之一）。可是，如果其他人不制造这些物资，他们也不能维持和发展自己的生活方式。总之，为了保持现有生活方式，阿米什人需要依靠外界。技术最少化的准则是他们的选择，然而使这个选择能够实现的是技术元素。他们的生活方式离不开技术元素。

长期以来我一直对这样的问题感到困惑：为什么类似阿米什人的非主流群体基本上只有在北美才能看到。（有亲缘关系的门诺教徒在南美建立了几处卫星定居点。）我用了很长时间努力寻找日本阿米什人、中国阿米什人、印度阿米什人，甚至伊斯兰阿米什人，却没有任何结果。我发现以色列有些激进的正统犹太人排斥电脑，类似的还有一两个小规模伊斯兰教派禁用电视和互联网，以及印度的某些耆那教僧侣拒绝乘坐汽车和火车。就我所知，北美以外没有其他现存的大型团体以技术最少化为基础确立生活方式。那是因为，在科技发达的美国之外的地区，这样的理念似乎是疯狂的。这种自愿放弃式的选择只有在有物可弃的情况

下才有意义。早期的阿米什异端分子（也就是新教徒）与相邻的欧洲农民没有区别。由于受到教廷的极端迫害，阿米什人以停止技术升级的方式保持与「世俗」主流社会的隔离。今天他们不再受到迫害，但仍然是科技高度发达的美国社会的异类。个人再创造行为和进步所产生的持久推动力是美国的标志，阿米什人的选择与此相反，但也生机勃勃。他们的生活方式与中国和印度的贫苦农民非常相似，因此在那些地方不具有意义。对科技如此从容的拒绝只能存在并且起因于现代科技社会。

北美地区技术元素过于丰富，这也导致了其他自愿放弃行为。20世纪60年代后期和70年代早期，数万名自称嬉皮士的年轻人蜂拥至小农庄和临时公社过起与阿米什人差别不大的简单生活。我是这场运动的参与者。温德尔·贝里是我们当时追随的导师之一。我们在美国农村开展小范围试验，丢弃现代科技（因为它似乎压制个人主义），手工打井，自磨面粉，养殖蜜蜂，用自然晒干的泥土建房，甚至制作不定期工作的风车和水力发电机，试图重建新世界。有些人还从宗教中寻求安慰。我们的发现与阿米什人的知识相似：这种简约性在团体中使用效果最好，实现方式不是完全抛开科技，而是只要部分技术，最有效的似乎是我们所谓「适当技术」的技术含量低的方案。这种扎染注式地、慎重地、自觉使用适当技术的生活方式一段时间内让我们深感满意。

不过，仅仅是一段时间。我曾经担任过编辑的《全球概览》杂志是数百万简单技术试验的现场手册。我们翻阅一页页的信息，了解如何建造鸡笼、种植蔬菜、凝固奶酪、教育后代、坐在稻草搭建的房屋内开始家中办公。我近距离见证了对技术限制的初始热情如何不可避免地转化为焦虑不安。渐渐地嬉皮士们开始逃离他们精心设计的技术简单的世界。他们一个接一个地离开圆顶屋，回到乏味的车库和阁楼，让大家吃惊的是，在那里他们将自己的「小即是美」技能转变为「从小处开始创业」的企业家精神。《连线》杂志的诞生和长发程序员文化（想想开源的UNIX系统）均出自20世纪70年代反主流文化的辍学生之手。正如《全球概览》的嬉皮士创办人斯图尔特·布兰德回忆的那样，「『做你自己的东西』轻松转变为『开始你自己的事业』」。我丢失了与我有私交的数百人的讲话记录，这些人当时离开嬉皮士公社，最后在硅谷创建了高科技公司。现在这些人的故事几乎已成为陈词滥调——从赤脚汉到亿万富翁，就像史蒂夫·乔布斯。

早期的嬉皮士没有保持与阿米什人相似的生活方式，是因为尽管在那种社区工作令人满意、具有吸引力，但多元选择的美妙呼唤更让人心驰神往。嬉皮士离开农庄与不断有年轻人离开农村的理由相同：科技撬动的机会日夜召唤着他们。回顾过去，我们也许会说嬉皮士离开的原因

与梭罗离开瓦尔登湖的原因相同，他们的来与去都是为了体验最丰满的人生。自愿接受简单生活是一次机会，一次选择，每个人至少在生命的某个阶段应该经历这样的生活。我极力赞成把选择性的贫穷和简约主义作为绝佳的教育手段，尤其是因为它将帮助你挑选值得优先考虑的技术。但我也注意到，完全发挥简单生活的潜力要求人们将简约主义视为人生诸多阶段中的一个（甚至可以是重复出现的阶段，就像沉思时刻和安息日）。过去10年间，新的一代超简约人士出现了。今天他们在城市里过着自助式生活：生活简单，从志趣相投的自助者建立的特殊团体那里获得帮助。他们试图既享受阿米什人因热情互助和体力劳动而获得的满足感，又拥有城市里不断涌现的各种选择。

因为个人曾经经历从技术含量低的生活过渡到选择多元化的生活，所以我敬佩利昂、贝里、布伦德和旧秩序老实人社团。我确信阿米什人和超简约主义者比我们这些匆忙赶路的城市技术爱好者更有满足感。通过慎重地对技术进行限制，他们指明了如何实现空闲时间、舒适性和确定性的诱人组合并加以优化，使之胜过不确定机会的优化。事实是，当技术元素产生大量自生成的新选择时，我们发现自己更难获得满足感。如果我们不知道选择什么去充实自我，又怎么能感到满足呢？

所以，为什么不引导大家都朝这个方向前进呢？我们为什么不集体放弃多元选择，成为阿米什人？别忘了，温德尔·贝里和阿米什人认为我们的数百万个选择都是幻象，没有意义，或者表面上是选择，实际是陷阱。

我相信这两条科技价值观迥异的路线——使满足感最优化和使选择最优化——可归结为对人类发展方向的完全不同的理念。

只有相信人类本性是固定不变的，才可能优化人类的满足感。如果需求在变动，就不可能获得最大程度的满足。极简约技术主义者坚持认为，人性是不变的。如果从整体上评价进化，他们会认为人类在非洲大草原上数百万年的生存史塑造了我们的社会属性，这个过程使我们的内心不容易因为新发明而满足。的确，我们那经历漫长岁月的灵魂渴望不受时间影响的满足感。

如果人性确实不变，那么就科技支撑人性这一问题达成最优方案是有可能的。温德尔·贝里认为，用结实的铸铁手动泵取水远胜于用套在支架上的桶汲水。他还说，家养的马拉犁比人强，在他之前的很多古代农民正是这么做的。可是对于用马拖动农业设备的贝里来说，任何超越手动泵和马拉犁的创新都会有损人类本性和自然系统的满足感。20世纪40年代拖拉机被引入农业时，「劳动速度可能提高，但没有质量。」贝里写道：

> 考虑一下国际牌9号高速档割草机这个例子。这是一款用马拉动的割草机，性能肯定超过此前的所有工具——从镰刀到国际牌系列之前的机器……我有一台这样的割草机，用它在我的草地上锄草，同时邻居用牵引机割草机锄草。我从自家门前新修整过的草地来到刚用牵引机割过草的草地，可以毫不犹豫地说，尽管牵引机工作更快，但质量没有提高。我认为，其他工具基本上都存在同样的问题：犁、锄地机、耙、谷物条播机、播种机、扩张器等……拖拉机的出现使农民可以干得更多，但不是更好。

对贝里而言，科技在1940年达到顶峰，这个时刻所有农业用具都发展到极致。在他和阿米什人看来，小型混合家庭农场巧妙的循环解决方案是保证人类、人类社会和环境的共同健康和满意的完美模式，在这个模式中，农民生产植物种子作为动物食物，动物提供粪便（这是种植更多植物所需的能量和养分）。经过数千年的忙忙碌碌，人类终于找到一种方式使工作和休息同时达到最优化。而现在我们发现，多余的选择打破了这种优化，只会使情况变得更糟。

在漫长的发展历程中——我指的是过去1万年再加上未来1万年——人类的发明和满足感的顶峰期竟然是1940年，这种观点如果不是骄傲自大，就是纯粹的愚蠢，当然，我也可能是错误的。这个时间点恰好是温德尔·贝里尚未成年时，当时他在农场生活，与马为伴，这绝不是巧合。贝里似乎接受了艾伦·凯（Alan Kay）对科技的定义。凯聪明博学，曾经就职于雅达利、施乐、苹果和迪士尼等公司，他提出的科技定义是我听到的定义中比较合理的。「科技，」凯说，「是在你出生后发明出来的某种东西。」1940年不可能是科技提升人类满足感这一过程的终点，因为人性的发展还未停止。

我们对人性的驯服一点也不亚于对马的驯化。我们的本性是我们5万年前种下的有韧性的庄稼，今天仍在对它精心培育。人性的领域从来不是静止的。我们知道，基因决定了我们的身体正在迅速变化，比过去100万年的任何时期都要快。我们的大脑与文化正在对接。我们已不是1万年前开始犁田的同一批人，这绝非夸张或者暗喻。由轻便马车、柴火烹饪技术、混合肥料园艺和简单工业构成的舒适的互锁系统也许完全适合过去农耕时代的人性。可是对人类传统生活方式的忠诚忽视了这一点，即人性——需求、欲望、恐惧、原始本能和最崇高的理想——不断地被我们自己和我们的发明所改造，而且这种生活方式排斥人性的新需求。我们需要新工作，部分原因是本质上我们已成为新人类。

我们的身体和思维不同于祖先。我们受过教育、知书达理的大脑按

照新的模式工作。与过着渔猎采集生活的祖先们相比，我们更多地受到古人和现代人长期积累的知识、惯例、传统和文化的影响。每天我们的生活充斥着无处不在的信息、科学知识、无孔不入的娱乐、旅行、剩余食品、充足营养和新机会。同时，我们的基因也在快速发展，试图跟上文化的步伐。我们通过几种方式加速基因的变异，包括基因疗法这样的医学干预手段。事实上，技术元素的每种趋势——特别是不断加强的可进化性——都会导致今后人性的加速变化。

奇怪的是，很多否认我们正在变化的相同的保守主义者坚持认为人类社会没有进步。

我希望高中时是个阿米什男孩，制作物件，远离教室，明白自己是谁。可是高中的读书生活让我见识了小学时从未想象过的可能性。那些年我的世界因为这些可能性而开始扩展，至今还未停止。在这些持续增加的可能性中，首要的是找到了舒展自我的新方法。1950年社会学家戴维·李思曼评论道：「整体而言，科技越发达，相当多的人越有可能想象自己具有他人的人格。」通过发展科技，我们可以找到自己的本来人格和衍生人格。

我对阿米什人、温德尔·贝里、埃里克·布伦德和超简约主义者足够了解，知道他们相信人类不需要为了扩展自己而大力发展科技。他们终究是简约主义者。阿米什人在展现固定人性的过程中获得了难以置信的满足感。这种强烈的满足感是真实的，发自内心，不会枯竭，具有如此强大的吸引力，以至于每一代阿米什人都会为它添砖加瓦。但我认为阿米什人和超简约主义者获得满足感的同时失去了探索能力。他们没有认识到而且也不能发现自己的潜力。

这是他们的选择，迄今为止表现不错。正因为是选择，所以我们应该赞美他们在这种选择上的成就。

也许我不唱歌、看电视或者使用笔记本电脑，但是我肯定会因为其他人做这些事而受益。所以我与阿米什人区别不大，他们也因为外人都在使用电力、电话和汽车而受益。不过与那些自愿放弃某些技术的个人不同，阿米什社区不仅限制自己，也间接限制别人。假如阿米什生活方式接受这样的普适性检验，即「如果人人如此（像阿米什人一样生活），会发生什么情况」，他们的选择所具有的最优性就不存在了。阿米什人只能接受有限的几种职业，教育程度也被压低，通过这些手段，他们不仅限制了孩子们的机会，也间接阻止所有成员接触更多的机会。

假设你现在是网络设计员，你能拥有这份职业只是因为成千上万的同龄人和前辈们扩展了可选机会的范围。他们超越农场和家庭作坊的局限，研发出适合电子设备的复杂环境，激励人们掌握新的专业知识和思

维方式。如果你是会计，不计其数的前辈创造者为你设计好了会计所需的逻辑和工具。如果你是科学工作者，你的仪器和研究领域是别人开发的。还有摄影师、极限运动员、面包师、汽车机修工、护士，无论什么职业，他人的工作让你有机会发挥潜能。他们在扩展自身的同时也在扩展你的机会。

与阿米什人和简约主义者不同，每年涌入城市的数千万移民也许会创造某种工具，增加他人的选择。如果他们做不到，他们的孩子也可以做到。人类的使命不仅是从技术元素中分离出完整的自我、获得充分的满足感，而且要为他人扩展机会。更先进的技术可以让我们施展才能，同时它也会无私地释放其他人的潜能，包括我们的后代，以及后代的后代。

这意味着当你接受新技术时，你是在间接地为未来的阿米什人和超简约自助者工作，即使他们的贡献比你少。你使用的大部分技术不会被他们采纳。不过，每次使用「某种现在还不能完全发挥作用的东西」（丹尼·希利斯对科技的定义），这种「东西」最终都会发展为适合他们使用的工具。它可能是太阳能谷物干燥机，也可能是癌症疗法。任何正在从事发明探索、扩展机会的人都会间接地扩展他人的机会。

尽管如此，阿米什人和超简约主义者提供了重要的经验，告诉我们如何选择应该接受的事物。和他们一样，我无意拥有太多设备，那不会带来真正的附加收益，只会增添烦琐的日常维护事务。我倒是希望可以慎重选择需要花时间了解的事物，希望可以丢弃不能工作的物件。我不想要限制他人选择的事物（例如致命武器）。我的确想要技术最少的生活，因为我已知道自己的时间和精力有限。

阿米什改造者给了我很大帮助，因为通过接触他们的生活，现在我可以非常清晰地看到技术元素的困境：为了使满足感最大化，在生活中我们力求技术最少化。可是为了使他人的满足感最大化，我们必须使世界上的技术最多样化。事实上，只有当其他人创造了足够多的机会可供选择时，我们才能找到自己需要的最少工具。科技的困境在于个人如何做到一方面使身边的物品最少，另一方面在全球范围内努力增加物品的种类和数量。

1. 蒸汽朋克是合成词，由蒸汽和朋克构成，属于非主流文化，通过新能源、新机械、新交通工具等方式，努力营造怀旧特色。——译者注
2. 阿米什人喜欢自称老实人。——译者注

3. 发端于20世纪的艺术思潮，其支持者憎恶陈旧思想和文化。——译者注
4. 聚会以帮助邻居建造谷仓，这是美国俄亥俄州和宾夕法尼亚州农民的一种习俗。——译者注
5. 染色时部分结扎起来使之不能着色的一种染色方法，是中国传统的手工染色技术之一。——译者注

第十二章 寻找欢乐
专家导读

这部书读到这里，对科技带来的困境或许会有深刻的领悟了。那么下一个至关重要的问题就是「怎么办」。

这也是本书第三部分「选择」试图回答的问题。

与阿米什人集体选择的办法不同，「在现代世俗社会，特别是西方，对技术的选择属于个人行为、个人决策」。集体选择能够在现代多元社会里产生广泛的影响吗？

通过大量的实例，凯文·凯利细致地剖析了从「禁令原则」到「预防原则」，再到「警醒原则」的转变。

工业革命早期，有实力的机构如教会、政府、手工业行会，都会在不同的时期对新冒出来的技术加以限制。比如幕府时代的日本曾禁止使用枪支，中国的明朝禁止海上探险，绢纺在意大利遭禁200年之久。

但是，事实证明这种禁令的做法是徒劳的，「禁令本质上是延期令」。该出现的一定会出现，该流行的一定会流行。

与「禁令原则」不同，「预防原则」看起来要开明一些。「预防原则」看上去并不粗暴地拒绝技术的使用，或者说并不根据什么戒条阻止技术的流行。但是，「预防原则」要求技术的使用，要「洞悉其可能带来的风险」，也就是说，「证明无害」。这一要求其实与「禁令原则」没有实质的区别。比如1992年世界首脑峰会达成的《里约宣言》中，有这样的话：「具有造成重大危害之不确定可能性的活动应被禁止。除非该活动支持者证明不存在造成危害的巨大

风险。」

凯文·凯利认为，这种原则理论上好听，但实际行不通。技术的负面效应既不可能完全祛除，也不可能完全预知。比如DDT的使用就是这样。60年前DDT是有功之臣，它消灭了50％以上的疟疾。但是十几年后，DDT对水资源、土壤、物种的侵害就昭然天下了。

代替「预防原则」的应该是「警醒原则」：主动地预测和评估技术可能的发展方向，如同对待生物后代一样，「我们可以而且应该不断为科技后代寻找技术『益友』，引导它们朝最好的方向发展」。

试图驾驭或者拒绝技术元素，都是片面的。不如学会与技术元素「共同进退，而不是针锋相对」。凯文·凯利提醒道：在基因技术、机器人技术、信息技术和纳米技术这四个领域，自我复制、自我繁殖、滚雪球式的发展，已经大大提高了技术元素的复杂性，科技的自主性也在同步增长。

「对有害技术的合理反应，不是放弃研发或者停止生产科技产品，而是开发更好的、更具生命亲和力的技术。」

善用「我们的选择」，这就是出路。

「因此，整个问题可以概括为：人类可以掌控自己思想的产物吗？」在法国诗人和哲学家保罗·瓦雷里（Paul Valery）看来，这就是技术元素的困境。我们的创造物如此浩繁、如此巧妙，已经超出了我们的控制或引导能力吗？当技术元素被数千年的推动力驱使前进时，我们有哪些选择可用于为它导航？在技术元素的规则范围内，我们到底有没有自由？通俗点说，控制杆在哪里？

我们有很多选择，可是这些选择不再简单明显。由于科技的复杂性增加，技术元素需要更加复杂的响应。例如，迄今为止可供选择的技术数量多到我们无法全部使用，以至于现在我们更多的是按照我们不使用的技术而不是按照我们使用的技术来突出自己的特征。素食主义者比杂

食者更有个性，同样，选择不使用互联网的人表达了比普通消费者更加坚定的科技立场。尽管从全球范围看人们没有意识到这一点，但我们自愿放弃的技术比自愿选择的多。

我们每个人都会拒用某些技术，这种行为方式通常是不合逻辑、无意义的。乍看之下，一些阿米什人对科技的排斥显得同样古怪荒谬。因为拒绝使用机动车辆，也许他们会用4匹马拉动1台声音嘈杂的内燃动力收割机。外人认为这种组合是虚伪的，可是它确实和我认识的一位著名科幻作家一样真诚，这位作家浏览网页，但不使用电子邮件。这对他来说是简单选择：他通过两项技术中的一项获取想要的信息。当我向朋友们了解他们的技术选择时，我发现一个朋友使用电子邮件，但不收发传真；另一个朋友使用传真机，但不打电话；还有一个朋友有电话，但从不收看电视；有人看电视，但排斥微波炉；有人使用微波炉，但没有干衣机；还有人购置了干衣机，但拒绝使用空调；有个家伙喜欢模拟驾车，却不购车；有个爱车族拒绝使用CD播放机（只有塑胶唱片）；有CD机的家伙拒绝使用全球定位系统导航，而安装了全球定位系统的人没有信用卡，等等。在外人看来，这些禁忌带有个人色彩，值得商榷、虚伪做作，可是它们和阿米什人的选择一样，都是服务于同一个目标，即从技术的巨大宝库中挑选合适的来满足个人意图。

不过，阿米什人选择或拒绝技术是集体行为。与之相反，在现代世俗社会，特别是西方，对技术的选择属于个人行为、个人决策。当身边所有同龄人都自觉排斥大众科技时，个人做到这一点要容易得多，而如果同龄人不是这样，那就会困难重重。阿米什人的很多成功之处要归功于整个团体对非正统科技生活方式的坚定支持（近乎社会强制）。事实上，这种志同道合的联盟非常重要，因此阿米什家庭不愿转投阿米什色彩较淡的教派去开发新定居点，而是等待数量足够的其他同教派家庭到来，组成达到临界数量的团体。

集体选择在现代多元化社会能够产生更广泛的影响吗？作为国家成员——甚至地球居民，我们可以一起成功地选择某些技术，拒绝其他技术吗？

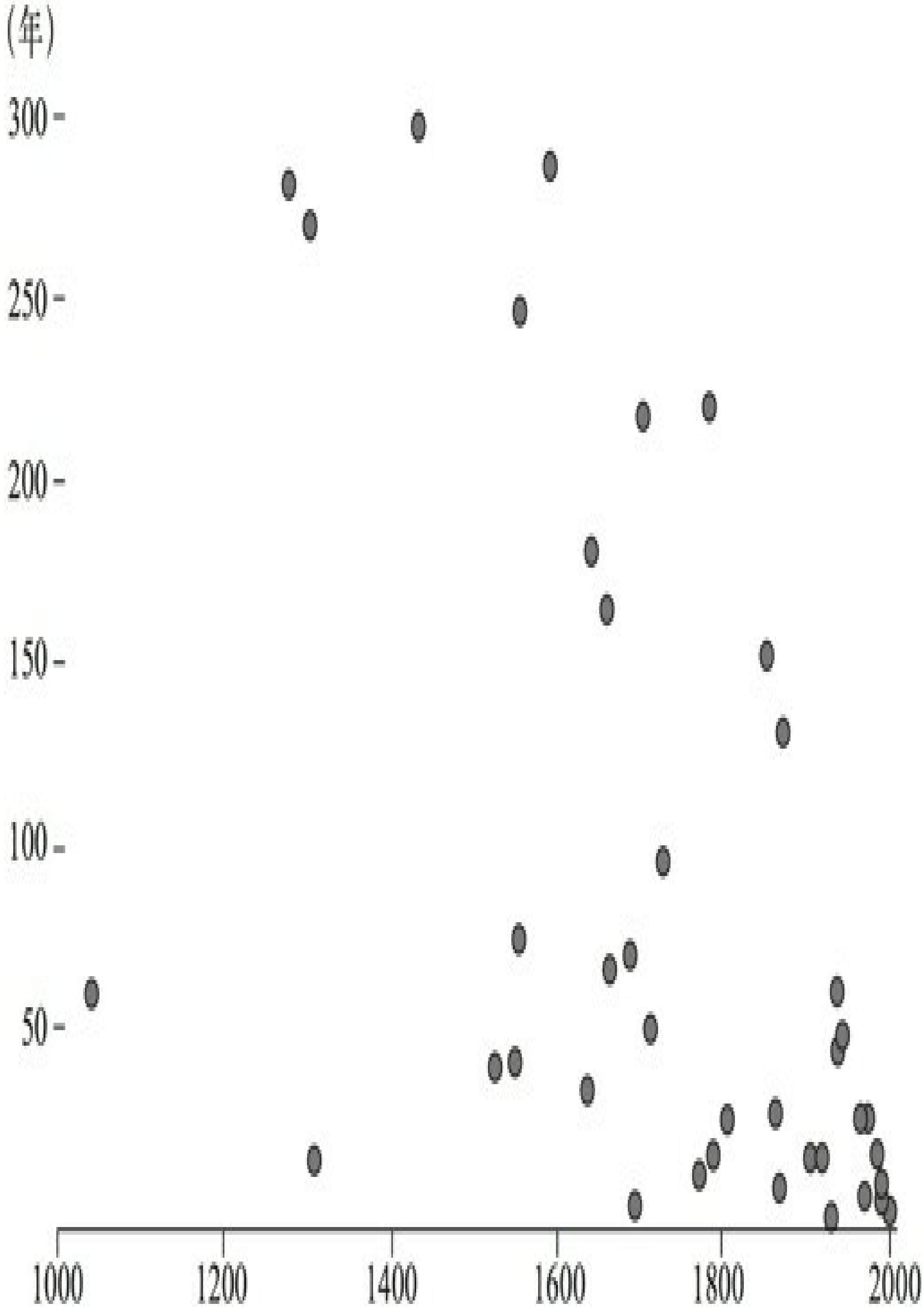
几个世纪以来，在各种社会，很多技术被认为具有危险性，经济上不合算、不道德、不明智，或者完全不知道能产生哪些收益。铲除这种所谓的邪恶力量，通常的手段是严禁使用。对这些令人不快的发明，人们也许课以重税，或者立法限制其用途，或者仅限于偏远地区使用，或者完全禁止。历史上被禁绝的罪恶发明的清单包罗万象，其中包括十字弓、枪、地雷、原子弹、电、汽车、大型帆船、浴缸、输血技术、疫苗、复印机、电视机、计算机和互联网这样的重要技术。

可是历史经验告诉我们，一个社会很难长期集体排斥某些技术。最近我分析了过去1 000年中能够找到的所有大范围技术禁令的案例。我把「大范围禁令」定义为文化、宗教团体或国家层面而不是个人或小地方发布的针对特定技术的正式禁令。我没有统计被忽视的技术，只考虑了被主动放弃的技术。我发现了大约40个符合这些标准的案例。这对于1000年的时间跨度来说不算很多。事实上，要列出其他在1000年里只出现40次的事件并不容易。

针对某些技术的大范围禁令很少出现，而且难以执行。我的研究显示，大多数禁令持续时间比被社会接受的技术的正常淘汰周期长不了多少。少数禁令在某个时期持续了数百年，当时一项技术的改进也需要几百年的时间。幕府时代的日本禁止用枪、明代中国禁止海上探险，时间都长达3个世纪，绢纺在意大利被禁200年。还有几项禁令在历史上持续了这么长时间。由于法国同业公会几任抄写员的拖延，印刷术迟迟不能引入巴黎，不过也只有20年。随着技术的生命周期加速，一项流行的发明几年内就会消退，技术禁令期限自然也就缩短了。

图12-1绘出了禁令从颁布年份开始的持续时间，只包括已经结束的禁令。因为科技加速发展，禁令持续期也在缩短。

禁令也许持续时间不长，而它们在发布期内是否真正有效，却是个很难回答的问题。很多早期禁令是基于经济原因。法国人禁止生产机织棉纺品的原因和英国家庭纺织工在卢德运动期间禁止使用宽大的织袜机相同——两国农村家族式作坊的业务会因此受到影响。经济禁令短期内可以实现目标，但是通常也推动了该技术后来为大众接受的必然转变。



(年)
300
250
200
150
100
50
1000
1200
1400
1600
1800
2000

图12–1　　禁令的有效期。历史上技术禁令持续时间（纵轴表示），横轴表示禁令颁布的年份。随着时间推移，有效期在缩短。

其他有些禁令针对的是安全问题。古希腊人首先使用十字弓，他们称之为「腹弓」，因为这种武器借助腹部肌肉力量拉开弓弦后装箭。与紫杉木制成的传统武器长弓相比，十字弓的威力和致命性远远超过前者。十字弓相当于今天的AK-87这种进攻性武器。教皇英诺森二世在1139年举行的第二届拉特朗大公会议下令禁用十字弓，理由与今天世界上大多数国家法律禁止市民拥有火箭筒相同。人们认为这两种武器的快速、大规模杀伤力用于保卫家园和狩猎时过于暴力，打击面太大。在战场上是好武器，但不适合和平时期。可是按照十字弓历史爱好者戴维·巴克拉克的观点，「这些十字弓禁令完全没有效果。整个中世纪鼎盛期，十字弓继续成为主流的手持发射武器，用于堡垒和船只的防御时尤为重要。」十字弓的50年禁令就像今天对黑社会使用冲锋枪的禁令一样无效。

如果我们从全球视角观察科技，禁令的有效期似乎非常短暂。一种工具在某个地方被禁，就会在另一个地方大行其道。1299年，佛罗伦萨官员禁止该市的银行家在账本上使用阿拉伯数字。可是意大利其余地方都在积极使用这种数字。在全球性的市场中，东方不亮则西方亮。一项技术在某地被禁，就会流入其他地区。

转基因食品被普遍认为不合法，而且的确有国家禁止转基因食品上市，可是全球范围内种植转基因作物的土地面积每年增长9%。尽管某些国家禁用核能，但是核电站的发电量全球年增长率为2%。唯一被世界各国有效限制的似乎是核武器，它的库存量不断减少，1986年达到高峰时为65000枚，现在是2万枚。但是，有能力制造核武器的国家数量却在攀升。

在这个联系紧密的世界，技术传承——不断升级的版本取代旧版——的加速使得最具意义的禁令也无法持久生效。禁令本质上是延期令。有些人，例如阿米什人，认为这种延期对他们很有帮助，其他人则希望在延迟期间能够发现更具吸引力的替代技术。这是有可能实现的。可是大量的禁令完全不能淘汰某项被认为具有破坏性或道德败坏的技术。技术可以被延迟推广，但不会消失。

这些对象广泛的禁令极少发挥效力的部分原因是，我们通常不能理解首次出现的新发明。每一种新理念都充满不确定性。不论原创者多么确信他（她）的最新理念将改变世界，或结束战争，或铲除贫困，或娱乐大众，事实是没有人知道它会产生什么后果。甚至理念的短期效应也是不明朗的。历史上被发明人误导的技术预期的案例非常多。托马斯·

爱迪生相信他的留声机将主要用于记录濒死之人最后的遗嘱。早期支持者资助无线电设备研究，是因为相信它将成为向农民布道的理想工具。人们最早把伟哥作为治疗心脏病的药物进行临床检验。互联网发明的最初目的是为了防止灾害发生时通信数据丢失而进行备份。只有极少的伟大创新一开始就触及了它最终达到的高度。这意味着在一项技术尚未「长大成人」之前预想它可能会产生什么危害几乎是不可能的。

人们不知道技术发展成熟之后会发挥什么作用，只有少数技术例外。一项发明需要早期接触者经常使用并与其他发明多次碰撞，这样可以精练它在技术元素中的作用。与人类一样，不成熟技术的首次亮相常常以失败告终，之后才会找到更好的用武之地。从诞生那刻起就一直保持初始作用的技术是罕见的。更常见的是，发明家宣称他的新发明具有某种预期（并且有利可图）的效用，但这很快被证明不符合事实，于是又宣传这项发明具有其他一系列效用（收益要差一点），可是这些效用中真正实现的很少，如此循环，直到现实引导该技术开始产生边缘的未曾预料的效用。有时边缘效用发展到极具颠覆性的情形，最终成为标准效用。当技术获得这样的成功时，早期的失败就被掩盖了。

爱迪生制造出第一台留声机后，过了一年时间仍然在努力思考它将发挥什么作用。爱迪生比任何人都了解这项发明，不过他的构想称得上天马行空。他认为这一灵感能产生的设备有：听写机、供盲人使用的听觉书、说话钟、音乐盒、拼写课本、用于记录死者遗言的录音机以及应答机。他在一份清单中列举了留声机的可能用途，在最后添加了播放录制音乐的想法——几乎算得上马后炮。

人们研发激光技术并使之成为工业力量的目的在于击落导弹，但这种技术的数十亿次应用主要是识别条形码以及制作电影DVD。晶体管的发明是为了取代房间大小的计算机中的真空管，而今天制造的大多数晶体管被用来组装照相机、电话和通信设备的微处理器。手机起初是作为……哦，还是手机。在开始的几十年里，它们的功能就是打电话。但是到了成熟期，手机技术开始成为图形界面输入板、电子书和视频播放器的移动计算机平台。转换功能是技术的常态行为。

全世界已有的理念和技术的数量越多，当我们引入新事物时，就越有可能产生融合和后续反应。在每年产生数百万新创意的科技文化中用数学方法预测结果，难度很大。

因为我们倾向于从更好地完成原有工作的角度来构想新事物，所以要预测它们未来的发展方向更加困难。这就是最早的一批汽车被称为「无马四轮车」的原因。早期的电影就是直接用胶片记录剧院戏剧。经过一段时间后人们才认识到电影摄制作为新型媒体所具有的完整特征，

这种新媒体可以产生新事物、开启新视野、创立新职业。我们被同样的短视困扰。今天我们认为电子书不过是出现在电子纸上的传统图书，却没有意识到它是搭建共享型全球图书馆的极具影响力的文本串。我们认为基因检测就像验血型，后者一生中就做一次，得到固定结果，而基因排序与之不同，因为基因不断变异、重组，与我们的生活环境发生互动，所以我们也许每小时都要做一次基因检测。

大多数新事物的可预测性很低。中国的火药发明者最不可能想到的就是枪的出现。电磁铁发明人威廉·斯特金没有预见到电动机的发明。非洛·法恩斯沃思想象不到他的阴极射线管会导致电视文化的繁荣。20世纪初的广告强调新近问世的电话可以传递的信息，例如邀请、商店订单或者确认是否安全送达，试图诱导犹豫不决的消费者购买。广告商把电话描绘成更加方便的电报，没有人暗示可以通过电话进行交谈。

现在的汽车已成为公路、免下车餐厅、安全带、导航设备和超级节油的数字仪表板构成的网络的一部分，其技术不同于100年前的福特T型车。大部分区别来自后续发明，而不是生命力持久的内燃机。同样，今天的阿司匹林也不再是过去的阿司匹林。考虑到体内存在其他药物、寿命变化、服药习惯（每天1片）、价格低廉等因素，它既不是从柳树皮精华液中提取的民间药物，也不同于100年前拜耳首先发明的那种合成物，尽管它们本质上都是同一种化学物质——乙酰水杨酸。技术在进步中变化，在使用中改造。随着它们的传播，第二级、第三级效用出现了。当它们开始普及时，几乎总是带给人们未曾预料到的效用。

另一方面，大多数诞生初期闪烁伟大光芒的技术理念逐渐淡出人们的视野。少数不幸的理念产生了巨大问题——完全不同于发明者当初的设想。镇静剂对孕妇来说是伟大发明，但对还未出生的孩子则是可怕的事物。内燃机非常有助于机动性，而对呼吸则会造成极大危害。氟利昂具有冷冻效果，价格低廉，但却破坏地球外围保护性的紫外线过滤层。在某些情形中，效用变化导致的纯粹是发明者不希望看到的副效用；在大量例子中，最终的功能与初始时大相径庭。

公正地评价各类技术，每一项都既有优点，又有缺陷。没有不包含缺点、不偏不倚的技术。一项技术的结果随它的本质变化而扩展。影响力大的技术同时在两个方向发挥影响力——好的方向和坏的方向。没有只具备高度建设性的技术，相反也没有只具备高度破坏性的技术，就像不可能造成巨大危害的伟大理念是不存在的。毕竟，人类心灵是最美丽的，但也能产生残暴的思想。事实上，除非一种发明或理念能够被无所顾忌地滥用，否则就称不上绝佳。这应该是技术预期的第一法则：新技术前景越光明，潜在危害性也就越大。对于互联网搜索引擎、超文本和

网络这样受到喜爱的新技术，这条法则也适用。这些极其强大的发明释放出自文艺复兴以来未曾见过的创造力，可是当（不是假设，而是事实）它们被滥用时，它们追踪和预期个人行为的能力将是可怕的。如果说新技术可能创造前所未有的收益，也就有可能制造前所未见的麻烦。

要摆脱这种显而易见的困境，方法就是考虑最坏的结果。这就是所谓「预防原则」——广泛使用的新技术评估方法——得出的结论。

1992年世界首脑会议第一次提出预防原则，作为《里约宣言》的一部分。在原始版本中，它建议「不得以缺乏科学充分确定证据为理由，延迟采取符合成本效益的措施防止环境恶化」。换句话说，即使不能科学地证明某种危害将要发生，这种不确定性也不应该阻止人们采取措施防止可疑危害。自那以后预防原则被多次修改，经历多个版本，越来越像是禁令。最新的版本称：「具有造成重大危害之不确定可能性的活动应被禁止，除非该活动支持者证明不存在造成危害的巨大风险。」

还有一个版本——或者说预防原则的另一种说明——应用于欧盟的法规（《马斯特里赫特条约》规定的内容）以及《联合国气候变化框架公约》。美国环境保护局和《空气清洁法》（Clean Air Act）采用的方法是建立污染控制等级制。预防原则也被写入波特兰、旧金山和俄勒冈州的绿色城市的市政法规中。生命伦理学家和反对迅速推广技术的人最喜欢这条标准。

预防原则的所有版本都包含了下面的公理：人们在接受一项技术之前必须证明它完全无害。它必须被证明是安全的，才能推广。如果不能，应被禁止、限制、修改、丢弃或者忽视。换句话说，对新理念的第一反应应该是不作为，直到其安全性得以确定。当新事物出现时，我们应当暂停下一步行动。只有在新技术被科学证明无害后，我们才应该尝试使用它。

表面上看，这种方法似乎让人感觉理性谨慎。我们必须预计和防止危害。事先预防总要好于事后遗憾。不幸的是，预防原则的理论不错，可实践起来却有问题。「预防原则对一件事来说非常有效，即停止科技进步。」哲学家和咨询顾问马克斯·莫尔说。卡斯·R·桑斯坦写书揭露该原则的真相：「我们必须对预防原则提出质疑，不是因为它引导我们走向错误方向，而是因为它的全部价值就是让我们原地不动。」

所有的优点总会在某处产生缺点，因此无条件地按照预防原则的严密逻辑，没有任何技术将被采用。即使稍微放宽限制的版本也不会及时地允许人们使用新技术。不管理论怎样，从现实来看，我们无法总结出所有风险，不是因为概率低的缘故，而努力预测所有不太可能发生的风险会阻碍更有可能的潜在收益。

例如，全世界有3亿~5亿人身染疟疾，每年有200万人因此死亡。它使那些逃脱死亡厄运的人身体虚弱，并导致循环性的贫困。可是在20世纪50年代，通过在室内各处喷洒杀虫剂DDT，疟疾的感染率下降了70%。DDT是非常成功的杀虫剂，农民在棉田里积极地喷洒数以吨计的DDT——它的分子进入水循环圈，最终对动物的脂肪细胞产生副作用。生物学家谴责它是导致某些猛禽生育率下降以及某些鱼类和水生物种灭绝的罪魁祸首。美国1972年禁止DDT的使用和生产，其他国家随后也颁布同样的禁令。然而，没有DDT的喷洒，亚洲和非洲的疟疾病例再次开始增加至20世纪50年代之前的致命水平。在疟疾肆虐的非洲地区，重新引入DDT喷洒的计划被世界银行和其他援助机构阻止，后者拒绝提供资金。1991年91个国家和欧盟签订的一份协议同意逐步淘汰DDT。它们依据的就是预防原则：DDT可能造成危害，事先预防胜过事后遗憾。实际上DDT从未表现出伤害人类的性质，喷洒到家中的少量DDT造成的环境危害还未测量过。可是没人可以证明DDT不会造成伤害，尽管它已被证明能够造福于人。

谈到风险厌恶时，我们会变得不理智。我们关注我们想要抗拒的风险。我们也许注意乘坐飞机的风险，却忽视驾车的风险；也许担心看牙医时照射X光的小风险，却无视未检查到龋齿的大风险；也许关心接种疫苗的风险，却不注意患上流行病的风险；也许被杀虫剂带来的风险所困扰，而忘记有机食品的风险。

心理学家对风险进行了大量研究。现在我们知道人们会自愿而不是被迫接受1000次技术或环境带来的风险。我们无法选择安装自来水管的地方，因此在它的安全问题上的容忍度比使用自己选择的手机要小。我们还知道，对技术风险的承受程度与该技术相应的可察觉的收益成比例。收益越高，能承受的风险就越大。最后，我们知道风险的可接受性直接受到预期最坏后果和最好收益的难易程度的影响，而这是由教育、宣传、谣言和想象力决定的。有些风险容易让人想起它导致最坏结果的案例，这样的风险是民众认为最重大的。如果风险有可能导致死亡，它就是「不可忽视的」。

奥维尔·莱特在给他的朋友、发明家亨利·福特的一封信中讲述了他从一位驻中国的传教士那里听来的故事。莱特向福特讲述这个故事是有理由的，我在这里重述，理由与莱特的相同：关于投机风险的警示性故事。传教士希望改善他所在省份的中国农民收割庄稼的艰苦条件。当地农民用某种小剪刀剪断作物的茎。于是传教士拿出一把从美国运来的镰刀，向饶有兴致的人群展示它的良好工作效率。「可是，第二天早晨一个代表团来拜访传教士。他们要求镰刀必须马上销毁。他们说，如果镰

刀落入盗贼之手，那还了得，整片庄稼一个晚上就能收割完毕并被带走。」于是使用镰刀的想法就被放弃了，进步没有到来，因为不使用镰刀者能够想象出这种做法可能——但总体上不大可能——对团体造成重大危害的方式。（今天很多因所谓「国家安全」原因而遭受严重破坏的地区正是这种对不大可能的最坏情况的相似预测造成的。）

由于努力实现「安全胜过遗憾」，预防原则缺乏远见。它往往全力追求唯一价值：安全。安全战胜了创新。最安全的做法是精通已被采用的技术，永不尝试可能失败的发明，因为失败本质上就是不安全的。医疗方法创新不如已被证明的标准疗法安全。创新是不谨慎的。可是因为预防原则只重视安全，所以它不仅削弱了其他价值，而且实际上会降低安全。

技术元素的重大事故通常不会像折断翅膀的鸟从高空坠落或大型管道破裂那样突然发生。现代最大的海难之一起因于船员厨房中一个燃烧的咖啡壶。区域电网突然停止运营，不是因为电力塔倒塌，而是因为一个微型泵上的垫圈断裂。在网络空间里，网页有序列表中罕见的微小漏洞可能导致整个网站崩溃。上述各种情形中，微小的缺陷激发了其他未预料到的同样微小的系统问题，或与之共同作用。但是由于各组成部分的紧密依存关系，一连串不大可能出现的细微差错接连而至，最后大麻烦滚滚而来、不可抑止，酿成灾难。社会学家查尔斯·佩罗（Charles Perrow）称这些为「正常事故」，因为它们是大型系统内部活力「自然」产生的。应该受到谴责的是系统，而不是操作者。佩罗对50起大规模科技事故（例如美国三里岛核泄漏、印度博帕尔市毒气泄漏、阿波罗13号、「埃克森·瓦尔迪兹」号油轮漏油、千年虫等）进行了全面的细致入微的研究，总结道：「我们设计的事物如此复杂，以至于无法预计到那些系统性故障所有可能的互动；系统内部隐藏的过程误导或者规避我们添加的安全设备，甚至使之失效。」事实上，佩罗继续总结，安全设备和安检程序自身经常制造新事故。安全器件可能成为更多故障的源头。例如，在机场加强保安，可能使拥有关键区域通行许可的人增多，这反而削弱了安检力度。冗余系统通常作为安全备份措施，也可能容易滋生新型缺陷。

这些被称为替代风险，减少危险的举措直接导致新危险的产生。防火布有毒，可是它的替代物毒性即使不是更大，至少也是与其相当。而且，虽然建筑物内部保留防火布可能带来低风险，但与之相比，移除防火布将大大提高火灾危险性。预防原则没有考虑替代风险的概念。

总体而言预防原则歧视新事物。很多已被采用的技术和「自然」过程包含未经检验的缺陷，数量之多堪比新技术，可是预防原则大幅提高

了新事物进入现实生活的门槛。从本质上看，它站在有风险的旧事物或者「自然」过程的立场上对新事物指手画脚。举几个例子：在不使用杀虫剂的情况下种植农作物会导致它们产生自然杀虫剂与害虫搏斗，但预防原则对这些原生毒素不适用，因为它们不是「新事物」。新型塑料水管的风险无法与旧式金属管相提并论。DDT的风险没有放在过去致命疟疾的风险的背景下考虑。

最有把握解决不确定性问题的方法是更快速、更先进的科学研究。科学是检验过程，永远不会完全消除不确定性，而且，在特定问题上达成的共识随时间流逝而变化。可是基于证据的科学共识比已有的任何方法——包括凭直觉预防——更加可靠。持怀疑态度者和热情支持者公开进行了更多科学研究，能够让我们更快地得出结论：「这可以放心使用」，或者「这不宜投入使用」。一旦达成共识，我们可以制定合理的法规，就像我们的社会对汽油、烟草、安全带以及其他许多事物作出强制性改进规定一样。

可是另一方面我们应该让不确定性为人类服务。即使我们认识到应该对所有创新技术的意外结果进行预估，某些特殊的意外结果还是很难预见到。「科技总是超出我们的主观意愿，我们对此非常清楚，实际上我们的意图中已包含相关考量，」兰登·温纳写道，「想象这样一个世界：各种技术只完成大脑提前设想的特定目标，除此以外再无他用。那将是一个束缚极其严重的世界，完全不同于现在我们生活的这个世界。」我们知道科技会产生问题，只是不知道哪些是新问题。

因为任何模型、试验、模拟和检测都包含内在不确定性，所以评估新技术唯一可靠的办法是让它在合适的环境中工作。一种理念必须通过新形式工作足够长的时间，才会开始显示副效应。如果人们对一项新鲜出炉的技术进行快速检验，只能看到它的主要影响。可是大多数情况下，技术产生的意外副效应正是随后出现的问题的根源。

预测、试验或理论分析很少指出通常突然降临社会的副效应。科幻小说大师艾萨克·阿西莫夫敏锐地观察到，在马作为出行动力的时代很多普通人热切盼望无马四轮车的出现，并且很容易想象它的模样。汽车是众望所归的新事物，因为它是马车主动力的延伸——靠自身力量向前运动的交通工具。汽车能完成马车的一切功能，同时又不用马作为动力。可是阿西莫夫接着注意到想象无马四轮车的副效应——例如汽车电影院、交通瘫痪和四通八达的公路——是多么困难的事。

副效应的显现通常需要使用新技术达到一定次数，一定程度的普遍性。最早的汽车引发的主要担忧集中于乘客的安全问题——汽油发动机是否会爆炸或者刹车是否失灵。但是真正的质疑出现在汽车量产之后，

那时有数十万辆汽车问世。人们担心汽车的少量污染物持续伤害人体，担心高速行驶时会撞死行人，更不用说对城郊的破坏和长途上下班的烦恼。这一切都是副效应。

不可预见的技术效用有一个共同根源，即各种技术的互动。2005年，研究人员在一份事后报告中对当时已撤销的美国技术评估局——存在时间为1972年至1995年——在评估即将问世的技术时不能发挥更大影响的原因作了如下总结：

> 虽然人们可以对极其先进的专业技术（例如超音速交通工具、核反应堆和特殊药品）作出看似合理（尽管总是无法确定）的预测，但技术的根本转变能力不是来自具体的人工制品本身，而是来自弥漫整个社会的技术系统的各类互动子系统。

总之，对新技术进行小范围精确试验和仿真模拟不能发现重要的副效应，因此即将问世的技术必须通过实践操作进行检验，并且实时评估。换句话说，人们必须根据特定技术在现实生活中的试验和问题来判断风险。

对新理念的合理反应应当是立即开展试验。而且只要它还没有被丢弃，就应该不断试验、检测。事实上，与预防原则相反，技术永远不能被认为「已证明安全」。人们必须时刻警惕，不间断地对技术进行检验，因为它不断地被使用者和作为母体的内部共同进化的技术元素重新设计。

技术系统「需要持续的注意力、重构和修复，始终保持警惕是人类创造复杂事物的代价」。兰登·温纳说道。斯图尔特·布兰德在关于生态实用主义的著作《地球新规》中将持续评估行为升华为警醒原则：「警醒原则强调自由——尝试事物的自由。突发问题的纠正之道在于永不停息、细致入微的监控。」接着他建议将试用期的技术归为三类：「（1）暂定不安全的，予以改进，直至被证明是安全的；（2）暂定安全的，不断检验，直至被证明是安全的；（3）暂定有益于人类的，不断检验，直至被证明有益于人类。」暂定是关键词。布兰德的这个关键词的另一种表达方式也许是永远暂定。

爱德华·特纳（Edward Tenner）著有《技术的报复》（Why Things Bite Back）一书，论述了科技产生的意外结果，他对所谓「时刻警醒」的本质作了如下阐释：

> 技术乐观主义实际上指的是人类能够很早就认识到技术的突发问题，有充足的时间采取预防措施……它还需要警惕各种问题越来越

多地跨越国界、在世界范围内交汇融合。但是我们的警戒线不是到此为止，而是无处不在：随机的预警检测代替紧急制动手柄，帮助火车司机完成工作；电脑备份的习惯、法律规定的对所有物品——从电梯到家庭烟火报警——强制性检验、例行的X射线安检、获取和安装新的计算机病毒库。它还表现在检查到站旅客的物品，其中可能藏有农业害虫。甚至穿越街道时保持警觉——现代都市人的第二天性，在18世纪之后才成为普遍的必要行为。有时警惕性更多地表现为安慰性的例行公事，而不是实际的预防措施，可是多多少少能产生作用。

阿米什人有一些非常相似的做法。他们与技术元素的接触建立在绝对根本的宗教信仰基础上，他们的技术受宗教理论的驱使。然而矛盾的是，与大多数世俗专业人士相比，阿米什人对待所用技术的态度要科学得多。典型的世俗消费者往往会按照媒体的宣传「不加怀疑」地接受技术，完全不加检验。相反，阿米什人针对具有潜在用途的技术建立了一种四步经验检测法。他们不是根据假设性的最坏结果采取预防措施，而是运用基于证据的技术评估方法。

第一步，他们在内部（有时在长者组成的委员会中）讨论即将采用的技术可能对团体产生什么影响。如果农民米勒开始用太阳能电池板为水泵供电，会出现什么情况？一旦采用太阳能板，他会受到诱惑而使用电冰箱吗？接下来又会如何？他的太阳能板来自哪里？简而言之，阿米什人会猜测该技术的影响。第二步，他们密切监控一小群早期使用者采用某项技术而获得的实际效果，检验观察结果是否符合之前的猜测。新技术投入使用后，米勒一家以及他们与邻居的关系如何变化？第三，如果根据观察到的结果，新技术似乎不具吸引力，年长者会禁止使用该技术，然后评估禁令生效后的影响，从而进一步证实他们的推测吗？整个社区因为拒绝该技术而改善了境况吗？最后，他们不断重新评估。今天，经过100年的争论和观察，他们的团体仍在讨论汽车、电气化和电话的优点。这些讨论完全没有量化数据；讨论结果除了作为趣闻供人闲聊，没有其他用处。关于某项技术结果如何的故事以闲谈的形式口口相传，或者印在内部通讯上，使这种经验检测法流传至今。

技术几乎称得上活物。如同所有进化实体，它们必须通过实际运用来检测。唯一明智地评估人类的科技创造物的方法是试验样机，然后在试点工程中加以改进。通过与技术亲密接触，我们可以调整预期，改动技术，重新试验，然后再推广。在技术的实际应用过程中，我们观察结果的变化，然后重新定义我们的目标。最后，当我们对结果不满意时，可以通过接受我们的创造物，改变技术发展方向，使之具有新功能。我

们与它们共同进退，而不是针锋相对。

持续使用技术的原则被称为主动原则。因为它强调评估的暂时性和持续修正的意义，所以是有意针对预防原则的反向举措。2004年，激进的超人类主义者马克斯·莫尔第一个对这个框架进行了清楚的阐释。莫尔以10条指导原则开始，但我将他的10条原则缩减为5条主动原则，每一条都是启发式的，指点我们如何评估新技术。

5条主动原则是：

1.预测

预测是有用的。所有预测工具都有充分根据。我们采用的方法越多，预测的准确性越高，因为不同方法适合不同技术。假想情节、推测和纯粹的科幻小说只描绘出部分前景，是我们最擅长的预测。客观的科学测量模型、模拟和受控试验应该发挥更大作用，可是这些也是片面的。真实初始数据的受重视程度应该超过推测得出的结论。预测过程应当努力给予消极面和积极面同样多的关注。如果可能的话，设想普遍推广的情形，如果人人都可以免费获得这种新事物，将会出现什么情况？预测不应作为判断。预测的目的不是精确推断某项技术产生的后果，因为所有精确推断都是错误的，而是在于为下一个四步检测法打下基础。它是为后续行动做预演。

2.持续评估

也可以说始终保持警觉。我们掌握了越来越多可以随时——不止一次——量化检测一切用品的手段。借助嵌入式技术，我们可以将技术的日常使用转变为大规模试验。一项新技术无论开始时被检验过多少次，后面也应该进行连续的实时复查。科技向我们提供了更多精确检验产品定位的方法。采用通信技术、低成本基因测试和自动追踪工具，我们可以致力于研究创新对特定的地区、亚文化、基因库、族群和用户模式的正面影响。检测也可以是不间断的，一星期7天，一天24小时，而不是只在第一次使用时检测。而且，社交媒介（例如今天的脸谱网站）这样的新技术允许市民自己组织评估活动，自己开展社会学调研。检测需要主动性，而不是被动应付。持

续的警醒是系统的内在要求。

3.优先考虑风险，包括自然风险

风险真实存在，并且永无止境。不是所有风险都同等重要，我们必须权衡，并决定优先顺序。已知和已被证明的对人类和环境健康的威胁优先级高于猜测的风险。不活跃的风险和自然系统的风险必须同等对待。用马克斯·莫尔的话说：「技术风险和自然风险的评估基础应该一致，不要轻视自然风险，过高估计人文和技术风险。」

4.危害的快速补救

当形势不妙时——通常会这样，必须迅速采取补救措施消除危害，按照实际损失进行补偿。任何特定技术都会产生问题，这一假定应该在技术研发过程中就提出来。软件产业也许可以提供快速补救的典范：事先已经预料到漏洞，但不作为取消产品的理由，相反这些漏洞会被用于改进技术。考虑其他技术的意外结果，包括那些灾难性的结果，例如需要纠正的漏洞。技术越容易被人们感知，补救过程就越轻松。对已发生的危害迅速做出补偿（软件业没有做到这一点）也会间接帮助新技术投入应用。不过补偿应当是公平的。对假设性危害或潜在危害的制造者施加惩罚有损公正，并且会削弱科技体系的力量，降低诚信度，伤害那些怀有美好初衷的人。

5.不要禁止，要改变方向

禁止和放弃可疑技术没有意义。转变思维，为这类技术找到新的用武之地。一项技术可以在社会中发挥不同作用。它可以有多种表现形式，设置多种默认功能，担任多种政治角色。既然禁令失效，那就改变技术的发展方向，使之具有更加友善的形式。

回到本章开始提出的问题：我们有哪些选择可以驾驭技术元素的必然进步？

我们可以选择如何处理我们的发明，在什么领域应用这些发明，以及如何用我们的价值观约束它们。最有助于理解科技的比喻也许是把人类视为科技的父母。就像我们对待生物后代一样，我们可以而且应该不断为科技后代寻找技术「益友」，引导它们朝最好的方向发展。我们不能真正改变科技后代的本质，但是可以控制它们去承担与其能力匹配的任务和职责。

以摄影技术为例。在两种情况下，即彩色摄影处理技术被企业垄断（例如柯达垄断了50年）或者相机自身芯片处理彩色底片，摄影技术会经历不同的发展过程。垄断导致用户对所拍相片进行自我审察，并且拖延显示效果的时间，这减缓了人们接受新技术的速度，降低积极性。为了能够拍摄彩色照片并在很短时间内花很少的钱欣赏到自己的作品，人们改变了相机光学透镜和快门的特性。再举一个例子：检查发动机的零部件不难，但要检测一罐涂料的内部成分可不容易。不过我们可以研制化学品来揭示涂料成分的特殊信息，放射性同位素可以追踪涂料的制造过程，一直回溯到它们还是泥土或石油中的天然色素时，这个过程使涂料成分更加透明，易于控制和搭配。涂料技术更具开放性的表现方式产生不同意义，也许更有助于使用。最后一个例子：无线广播是很久以前就已经出现且易于制造的科技产品，目前在很多国家是管制最严格的技术之一。这种过度的政府管制致使现在所有频段中仅有几个可以被使用，其中大部分没有被充分利用。如果建立替代体系，人们可以通过非常不同的方式分配无线频谱，有可能导致手机的发明——这种设备使人们相互之间直接对话，不用通过本地中转站。随之而来的新型对等广播系统将产生极为不同的无线通信方式。

我们分配给某项技术的第一份工作经常是极不理想的。例如，当人们从空中喷洒DDT作为棉花的杀虫剂时，它给生态系统造成灾难。可是当任务仅限于在室内杀死疟疾病毒时，它就表现出众，成为保卫大众健康的英雄。同样的技术，更好的工作。也许要多次试验，多次更换工作，多次犯错，才能为特定技术挑选到很好的岗位。

我们的后代（包括生物后代和科技后代）越具有自主性，就越有犯错的可能。后代制造灾难（或者创造华彩篇章）的能力甚至超过我们自己，这就是父母这种角色最使我们懊恼同时回报最高的原因。这样看来，我们的后代中最可怕的是那些已经具有重要的潜在自主性的自繁殖技术形式。没有其他创造物可以像这些技术形式一样考验我们的耐心和注意力。也没有其他技术像它们一样考验我们影响、控制和引导技术元素未来方向的能力。

自我繁殖在生物领域不是新闻。这是有着40亿年历史的魔法，让自

然界可以自我补充，例如鸡生鸡，鸡复生鸡，子子孙孙无穷尽。可是对技术元素来说，自我繁殖是一种全新力量。完美复制自己并且偶尔作小小改进的技能赋予技术独立性，使之不易受人类控制。永不停息、不断加速的复制、变异和自引导循环可能导致技术系统进入超速状态，将使用者远远甩在身后。当这些科技创新突飞猛进时，它们会产生新的错误。它们不可预知的成就将令我们震惊和恐惧。

现在有四个高科技领域发现了自我复制的能力：基因技术、机器人技术、信息技术和纳米技术。基因技术包括基因疗法、转基因有机体、人工合成生命和人类谱系的尖端基因工程。借助基因技术，人们可以发明和释放新的生物或染色体。理论上，这种新生物可以永远繁殖下去。

机器人技术自然是关于机器人的。机器人已经在工厂投入使用以制造其他机器人，至少一家大学实验室已研制出自组装机器人样机。给这台机器一堆零件，它可以组装出自己的翻版。

信息技术涉及计算机病毒、人造大脑和通过数据累积产生的虚拟人物这样的自我复制物。计算机病毒已经因为擅长自我复制而闻名，数千种病毒感染数以亿计的电脑。机器学习和人工智能的圣器当然是研制出足够聪明的人造大脑，由它去制造更加聪明的人造大脑。

纳米技术与极其微小的机器（像细菌一般大小）有关，这些机器被制造出来用于清除油污、计算和清理人的动脉血管。因为体积极小，它们可以像精密的计算机电路一样工作，因此理论上，它们可以被设计成像其他电脑程序一样自组装和自我复制。它们会成为无水生命形态，尽管这将是很多年以后的事。

在上述四个领域，自我繁殖的循环不断自动放大，非常快速地显示出这些技术的效用将对未来产生什么影响。机器人制造机器人，这些机器人又去制造新的机器人。它们的繁殖周期加速，速度快到可以大步甩开我们的意图，因此令人不安。谁将控制这些机器人后代？

在基因的世界里，假如我们编写代码改变基因链，这些变异会不断复制到新一代。而且不只是亲缘基因有这样的特性，基因可轻松地在不同物种间横向移动。因此新基因的复制品——不论好坏——也许会发生时间和空间的双重传播。正如我们在数字时代所了解的那样，一旦复制品被释放出来，就难以收回。如果我们可以设计出无限繁殖并且后代比父代（以及人类）更聪明的人造大脑，我们如何控制对此类创造物的道德判断？如果它们开始产生危害，我们该怎么办？

信息技术同样具有这种滚雪球般的特性：自我繁殖超出人类的控制。计算机安全专家宣称，到目前为止在数千种由黑客制造的可自我复制的蠕虫病毒和其他病毒中，没有一种完全消失。它们永远都在发生作

用——只需要两台仍然运行的电脑即可。

最后，纳米技术有望制造出不可思议的超级微生物，其结构达到单个原子的精度。这些纳米级有机体将无限繁殖，直到控制一切物体，这种威胁被称为「灰雾」假设。因为若干理由，我认为灰雾从科学角度来说不太可能发生，尽管某些类型的可自我繁殖的纳米级物质必然会出现。但是下面这种情况非常有可能出现：至少几种由纳米技术产生的脆弱生物（不是灰雾）将在自然界、在狭窄的受到保护的生态位繁衍生息。一旦纳米虫在野外得以存活，就不可能灭绝。

当技术元素的复杂度提高时，它的自主性也在增强。可自我复制的基因、机器人、信息和纳米技术目前取得的成果揭示了这种不断增强的自主性如何引起我们的注意和重视。除了新技术的所有常见难题——不断变动的功能、副效应、不可预见的结果，自我复制的技术还有两个特有问题：放大和加速。随着一代接一代的放大，微小的效应迅速膨胀为剧变，其过程就像麦克风前的低语经过反馈后，突然放大为震耳欲聋的尖叫。凭借同样的自我繁殖循环，复制技术影响技术元素的速度不断提升。它们的影响如此深远，以至于我们现在需要扩展自身能力，提前使用和检测这些技术，从中选择合适的类型。

这是一个老故事的重新演绎。生命本身令人吃惊、使人振奋的力量来源于它那具有杠杆作用的自我繁殖能力，现在这种力量正在技术元素体内聚集。当世界上最强大的力量——科技提高自我复制的能力时，它将远比今天强大，要控制这股变动中的力量，人类将面临巨大挑战。

对于基因技术、机器人技术、信息技术和纳米技术难以控制的本性，常见的反应是要求暂缓发展这些技术，或者彻底禁止。2000年，发明了互联网使用的几种主要编程语言的计算机科学先驱人物比尔·乔伊（Bill Joy）呼吁研究基因、机器人和计算机科学的同行们放弃这四类具有潜在军事用途的技术，就像放弃生物武器一样。在预防原则的指导下，加拿大生产监视器的集团公司ETC号召暂停一切纳米技术研究项目。德国同行EPA公司要求禁止生产包含纳米银粒（作为抗菌涂料）的产品。其他公司希望禁止自动驾驶汽车在公共道路上行驶，宣布儿童用基因疫苗非法，停止人类基因疗法，直到每项新技术被证明无害后再解除禁令。

这种做法恰恰是错误的。这些技术具有必然性，它们会造成一定程度的危害。仅就上文的一个例子来看，不要忘了，有人驾驶汽车给社会带来巨大危害，每年全世界车祸死亡人数达数百万。如果机器控制的汽车每年「只」撞死50万人，那就是进步！

可是它们最重要的后果——不论正面还是负面，在几代人的时间里是

看不到的。世界各地是否会种植转基因作物，对此我们别无选择：会。我们可以选择的是基因食品系统的特性——它的创新技术是公开还是私有、政府或行业是否会制定规则、我们研制转基因食品是为了世代享用还是仅仅作为新兴产业。随着廉价的通信系统覆盖世界，地球披上了由类似神经传导物质织成的薄衣，发育出某种必然出现的电子「地球脑」。可是如果这个「地球脑」不开始工作，它的所有优缺点就无法衡量。人类的选择是，我们希望用这件薄衣制成什么类型的地球脑？是否允许大众参与？可以轻松变更其中规则并与大众共享吗？或者要费尽周折才能修改规则？控制权会被垄断吗？如果不想卷入其中，能够轻易做到吗？这张大网的细节可以通过100种不同方式表现出来，但是这些技术本身会引导我们朝着特定方向前进。怎样展现必然的全球网络是我们自己的重要抉择。塑造具体技术形式的唯一办法就是与它融合，骑上它，搂住它的脖子与之齐飞。

那样意味着现在就拥抱这些技术，把它们研发出来，启用，试验。这与暂停的做法相反，更像是摸着石头过河。其结果将是一场对话，与新兴技术的慎重接触。这些技术越快地融入未来，我们越有必要从一开始就与之共舞。

克隆、纳米技术、网络化机器人和人工智能（四大技术的几个例子）需要在我们的引导下投入使用。然后我们可以左右摆弄这几种技术。更恰当的说法是，我们将训练这些技术。就像动物和儿童的最佳训练方法展示的那样，集中资源强化它们的正面特性，淡化负面特性，直至彻底消失。

从某种意义上说，上述四种自我放大的技术属于捣蛋分子，或者说，坏技术。为了训练它们成为带来持续收益的好技术，我们必须投入最大精力关注它们。我们需要开发恰当的长期训练技巧，引导它们更新换代。最糟糕的做法就是禁止和隔离它们。很大程度上，我们希望教育问题儿童。而高风险技术需要更多机会去挖掘它们的真实价值，它们需要我们投入更多心血和机会去试验。下封杀令只会驱使它们转入地下发展，那样它们最坏的一面将得以重点发展。

已经有几项试验在人工智能系统中嵌入指导性经验常识，使之具有「道德」，还有一些试验为基因和纳米系统安装远距离控制系统。现有的证据表明那些深入大脑的准则对人类自身是有影响的。如果我们可以培养孩子们——他们是极度渴望力量、有自主意识的整整一代捣蛋鬼——成为更优秀的人，那么我们也可以训练四大尖端技术。

如同培养孩子一样，真正的问题和争议在于我们希望传递什么样的价值观。这值得讨论。现实生活中人们能否达成共识，我很怀疑。

就技术元素而言，任何选择都要好于没有选择。这解释了为什么科技会产生如此多的问题，尽管它的天平往往略微偏向好的一边。假设我们研发出一种新技术，可以让100人长生不老，但必须杀死另外1人作为交换。我们可以争论实现所谓「平衡」需要的实际比例（也许是1000人或者100万人永生，作为交换，1人死亡），但是这种计算方法忽视了一个关键事实：因为这种延长生命的技术得以问世，所以在1人死亡和100人永生之间产生了过去未有的新选择。这个永生和死亡之间的额外机会——也可以说自由或选择——本身就是积极的。因此即使我们认为这个具有特殊寓意的选择结果（100名长生不老者=1名死者）意义被中和了，多出来的选择也会使平衡向好的一边倾斜几个百分点。用这个百分数乘以每年科技领域诞生的100万、1000万或者1亿项发明，可以看出为什么技术元素的积极面通常略大于消极面。它提高了世界福利，因为除了直接收益外，技术元素的轨迹还不断增加选择、机会、自由和自由意志，这些是更大的福利。

最终，科技成为一种思维方式，而单项技术是思想的表现方式。不是所有思想和技术的地位都是同等的。显然，还有荒唐可笑的理论、错误的答案和愚蠢的观念。尽管军用激光器和甘地的非暴力运动都是人类想象力的有效产物，都属于技术成果，但二者之间仍有差别。有些机会制约未来的选择，有些机会则孕育新机会。

不管怎样，对蹩脚思想的正确反应不是停止思考，而是想出更好的办法。事实上，糟糕的想法总要好于完全没有想法，因为不好的想法至少可以修正，可是没有思考，就没有希望。

技术元素也是如此。对有害技术的合理反应不是放弃研发或者停止生产科技产品，而是开发更好的、更具生命亲和力的技术。

生命亲和力是一个恰当的表达，深层含义为「与生命和睦相处」。教育家和哲学家伊万·伊里奇在其著作《实现生命亲和力的工具》（Tools for Conviviality）中的定义是：「提高自主个体和原生群体的贡献……」的技术。伊里奇相信某些技术具有内在的生命亲和力，而其他技术——例如「多车道公路和义务教育」，不论使用者是谁，都是破坏性的。因此，对生命来说，技术工具非好即坏。可是我对技术元素规则的研究使我确信，生命亲和力不在于特定技术的本质，而在于它的用途、使用环境和我们赋予它的表现形式。工具的亲和力是易变的。

技术的生命亲和力表现为：

- 合作性。它推动人和机构的合作。

- 透明性。它的来源和所有权清晰明了，使用方法简单，非专业用户容易上手。对某些用户来说，不存在难以理解的问题。
- 分散性。它的所有权、产品和控制是分散的，不会被某个专业精英垄断。
- 灵活性。用户可轻松改动、调试、提升或检测它的核心，个人可以自由选择使用或放弃。
- 冗余性。它不是唯一的解决方法，不是垄断技术，而是若干选择之一。
- 高效性。它对生态系统的影响达到最低程度，高效利用能源和物资，易于重复使用。

活性有机体和生态系统具有下列特征：深层次非直接合作、功能透明化、分散化、灵活性和适应性、作用的冗余性和自然效益。这些特征使得生物为人类所用，同时也是生命能够持续进化的动力。因此我们赋予技术越多的生命特征，它就越亲近我们，技术元素就越具有长期可持续发展能力。一项技术的生命亲和力越强，它就越符合作为第七王国成员所具有的本性。

的确，有些技术比其他技术更具备某些特征。有些技术很容易分散化，而其他技术倾向于集中化。有些技术天然具备透明性，其他则显得晦涩难懂，需要良好的专业知识才能使用。但是所有技术——无论来源于何处——都可以通过训练增加透明度，提高合作性、灵活性和开放性。

这就是我们的选择可以发挥作用的地方。新技术的进化是必然的，无法阻挡，但是每一项技术的特性将由我们决定。

第四部分 方向

第十三章 科技的轨迹
专家导读

全书充满了「拟人」和「隐喻」，本章尤其如此。这是凯文·凯利的风格。

在接近「科技想要什么」的最终结论（不是最终答案，是作为科技思想家的思考结论）的时候，从更宏观的角度，看清楚科技发展的轨迹至关重要。

凯文·凯利提了一个非常简明的问题：如何识别出那些「必然的过程」，以及经过人类意愿「选择的过程」？在作者看来，「我们的任务就是引导每一次新发明培育这种内在的『善』，使之沿着所有生命的共同方向前进」。

本章归纳列举了13种「外熵趋势列表」，以刻画「科技的轨迹」：它们依次是：提高效率（参见第四章）、增加机会（参见第六章）、提高自发性（参见第七章）、提高复杂性、提高多样性、提高专门化、提高普遍性、增加自由、促进共生性、增加美感、提高感知能力、扩展结构、提高可进化性。

对这些科技趋势因素的剖析，充分展现出凯文·凯利细致入微地体察、倾听「科技之声」之后闪现的睿智光芒，下面撷取几例：

复杂性：技术元素的复杂性在提高，但更重要的是「各种技术血液中被添加了信息层，经过重组用于更复杂的产品」。

多样性：多样性往往是杂乱无章的另一种说法，但「多样性提高是健康的征兆」。

普遍性：当普遍性横扫一切的时候，多样性并未消失，而是更深地「嵌入」到了生命体之中。

自由：最主要的是选择的自由。

共生性：「技术元素向共生性的发展推动我们去追逐一个古老的梦想：在最大限度发挥个人自主性的同时，使集体的能力最大化。」

美感：网络「就像你的情人」。

感知能力：「技术元素准备操纵物质，重组它的内部结构，为其注入感知力。」

结构：自然的进化过程十分缓慢，但关于进化的信息却异常活跃、急速增长。「知识是一种网络现象，赐予知识力量的是关联性。」

可进化性：「进化想要进化」，「进化的进化是变化的二次方」。

语言发明、文字出现、技术元素日渐显示其无尽的活力——所有这些，在凯文·凯利看来，充满神奇、充满生机，科技的活力，「是一场召唤我们投身其中的无限博弈」。

本章是全书篇幅最长的一章，也是作者思想纵横捭阖、气势恢弘的一章。

那么，科技的需求是什么？科技想要的，就是人类想要的——我们同样渴望创造丰富多彩的价值。一项技术找到自己在世界上的理想角色后，会积极地为其他技术增加自主性、选择和机会。我们的任务是引导每一项新发明培育这种内在的「善」，使之沿着所有生命的共同方向前进。我们从技术元素中获得的真实而重要的选择是驾驭人类的创造物发

展为那些使科技收益最大化的具体形式，同时防止它们自我羁绊。

至少在未来一段时间内人类的作用是诱导科技沿着它的自然历程前进。

可是我们怎么知道它想去哪里？如果技术元素的某些方面注定要出现，某些方面因为人类的选择才会出现，我们该如何区分？系统理论学家约翰·斯马特（John Smart）认为，我们需要科技版的《宁静之祷》（Serenity Prayer）。这份很可能是神学家莱因霍尔德·尼布尔写于20世纪30年代的祈祷词，在十二步戒毒法参与者中很受欢迎，它写道：

上帝，请赐我宁静，

去接受我不能改变的一切；

赐我勇气，去改变我所能改变的一切；

并赐我智慧去认清这两者之间的分别。

那么，我们怎样获得智慧去分辨科技发展的必然过程和人类意愿决定的表现形式？有什么方法可以让必然过程显露出来？

我认为，方法就是认识技术元素长期的宏观运动轨迹。技术元素想要的是进化开创的世界。在每一个方向上，科技都是40亿年进化历程的延伸。将科技置于进化的背景下，我们可以看到宏观规则在当前时代是如何发生作用的。也就是说，科技的必然形态集合了所有外熵系统——包括生命本身——共有的大约12种动力。

我提议这样判断：在一种特定技术形式上观察到的外熵特征数量越多，它的必然性和亲和力就越强。如果我们想要比较两种技术的优劣，例如植物油蒸汽动力汽车和稀有金属太阳能电动汽车，可以分析这些机器形式对上述判断的支持程度——不只是符合，而且要超越。一项技术是否与外熵力量的运动轨迹汇合是《宁静之祷》带给我们的区分依据。

科技是生命的延伸，二者的共同需求是：

提高效率

增加机会

提高自发性

提高复杂性

提高多样性

提高专门化

提高普遍性

增加自由

促进共生性

增加美感

提高感知能力

扩展结构

提高可进化性

这份外熵趋势列表可以作为一种备忘录帮助我们评估新技术，预测它们的发展趋势。它可以为我们引导新技术提供指南。举例来说，在技术元素目前这个特殊阶段——21世纪新旧交替时期，我们正在建立错综复杂的通信系统。这种全球连线体系可以通过几种方式实现，而我的保

守预测是，可持续性最佳的运营技术是那些易于最大限度提高多样性、感知能力和普遍性、增加机会以及促进共生关系的技术形式。我们可以比较两种相互竞争的技术，观察哪一种更支持这些外熵特性。它是否会展示多样性？它对机会增加抱有信心还是认为机会将逐渐减少？它会提高自身的感知能力还是忽视这个方面？如果全面推广，它会发展壮大还是不堪重负？

从上述视角出发，我们可以提出这样的疑问，大型机械化农业是必然的吗？这种由拖拉机、化肥、饲养员、种子供应商和食品加工商组成的高度机械化体系提供了充足的廉价食物，这些食物为我们发明其他工具创造了基本条件。这个体系维持我们的生命，让我们可以不断创新发明，最终推动人口增长，而这又导致更多新理念的诞生。这个体系比过去的食品生产体系——顶峰时期的温饱型农业和畜力混合农业更符合技术元素的运行轨迹吗？与未来可能出现的假想的替代农业体系相比，结果又是怎样呢？我的不成熟的初步结论是，机械化农业必然产生，是因为它在能源使用效率、系统复杂性、结构、创新机会、技术感知能力和专门化水平这些特性上有所改进。但是，它不支持多样性和美感的提高。

按照很多食品专家的观点，当前食品生产体系的问题是严重依赖单一种植（非多样性）极少数主要作物（全世界共有5种），这反过来导致药物、杀虫剂、除草剂、土壤物理性质干扰（机会减少）对农业的反常干预，以及过度依赖提供能源和养分的廉价石油（自由减少）。

其他可在全球推广的方案是难以想象的，不过有迹象表明，较少依赖政府补贴、石油和单一种植的分散化农业也许可以替代现有体系。这种超本地化的专门化先进农业体系可以由真正达到全球流动的劳工移民或者灵敏的智能工业机器人具体操作。换句话说，技术元素用以取代高度机械化的大规模农业的是配置高技术装备的个人或本地农庄。与艾奥瓦州玉米产区展现的企业化农业相比，新型先进农业更倾向于多样化，创造更多机会、选择和组织，提高复杂性、专门性和感知能力。

这种更具生命亲和力的新式农业将取代工业化农业，正如工业化耕作取代自给自足型耕作一样，后者仍是今天大多数农民的标准生产模式（他们主要生活在发展中国家）。以燃油为动力的农业必然是今后很多年全球最大的食品来源。更具感知能力、更加多样化的农业巧妙地延长了技术元素的轨迹，很像体现语言技能的薄层添加在我们的动物本质的大脑上。这样，更加丰富多彩、更加分散的农业就必然出现了。

可是，如果说技术元素的轨迹是必然事物组成的长列，我们为什么要自寻烦恼去促成它们？难道它们不会主动地接连而至吗？事实上，如

果这些趋势是必然的，即使我们想要阻止它们，也无法做到，对吗？

我们的选择可以减慢它们的速度，延缓它们的到来。我们可以设置障碍。正如前文中朝鲜上空的黑暗所显示的那样，一段时间内排斥必然事物是非常有可能的。另一方面，加快必然事物的步伐也有若干恰当的理由。想象一下，假如1 000年前人类认识到政治自治、大规模城市化、女性受教育或自动化的必然性，世界将有多么不同。如果几个世纪前顺应这些趋势，也许可以加速启蒙运动和科学的到来，帮助数百万人脱离贫困，延长人的寿命，这不是天方夜谭。可是，在不同地区、不同阶段，这些运动无一不被排斥、延误或者积极压制。人们继续脱离这些「必然趋势」来建设社会。从各种社会体系内部看，这些趋势完全没有显示出必然性。只有回顾历史，我们才会同意它们的确是长期趋势。

当然，长期趋势不等同于必然性。有人认为将来这些特定趋势不再是「必然的」，黑暗时代随时都有可能来临，并使趋势反转。这是有可能发生的。

长期来看，这些趋势的确只能是必然的。它们并不是注定会在特定时间出现。确切地说，这些轨迹就像重力对水的拉动。水「希望」从大坝底部渗出，它的分子时刻寻找向下和向外的出路，就像被强迫性欲望驱使。从某种意义上说，总有一天水将会渗出——即使它已在水坝里停留了数百年，这是必然的。

科技的规则并没有强制我们按部就班地生活。它的必然性不是有计划的预言，而更像是一堵墙后面的水，积蓄了极其强烈的欲望，等待释放。

听起来我似乎是在描绘超自然力量，类似于遍布宇宙的泛神论神灵。可是我的简述几乎是相反的。这股力量与重力一样，内嵌于物质和能量的结构中。它遵循物理法则，服从自然界的最高定律——熵。这种等待爆发为各类技术的力量首先由熵推动，通过自组织过程成形，逐渐使死气沉沉的地球跃进至生命世界，从生命中孕育出思维，从思维中创造出思想的产物。它是可以在信息、物质和能量交汇处观察到的力量，能够重复出现，能够度量，尽管直到最近人们才开始研究它。

前面列举的趋势是这股动力的13个方面。这份列表并非无所不包，其他人也许有不同的概括。我也认为，随着技术元素在未来几百年的扩展以及人类对宇宙理解的加深，我们还会发现这种外熵推力的其他方面。

前面我对这些趋势中的三种进行了简述，说明它们如何在生物进化过程中展现自己，现在又是怎样扩展到不断膨胀的技术元素领域。在第四章，我分析了从天体到现在的单位能耗大户——电脑芯片，能量密度

表现出的长期增长趋势。在第六章，我描述了技术元素扩展可能性和机会的方式。第七章中，我将生命的成长故事重述为生命提高自发性、展现「低」层次成分如何构建「高」层次组织的故事。在下面的部分，我将简述其余10种引领我们前进的一般趋势。

复杂性

进化过程展现了几种趋势，但最清晰可见的是复杂性的长期增长。如果要求用平实的语言描述宇宙发展史，今天大多数人会讲述这样一个伟大的故事：天地万物从大爆炸后最简单的物质开始，慢慢形成几个热点中的分子，直至生命的微小火花闪现，接着更多复杂生物——从单细胞有机体到猴子——不断涌现，最后简单的脑出现了，并迅速创造出复杂技术。

大多数观察者直观地感觉到生命、思维和科技不断增加的复杂性。实际上，现代市民不需要看到证据就确信140亿年来万物越来越复杂。这种趋势似乎与他们生命中见证的复杂性明显提高相似，因此他们很容易相信它已经持续了一段时间。

可是我们对复杂性的认知仍然很模糊，让人难以理解，并且极不科学。波音747和黄瓜，哪一个更复杂？现在的答案是，我们不知道。我们凭直觉认为鹦鹉的内部组织远比细菌复杂，那么是复杂10倍还是100万倍呢？我们缺少测量手段来评估两种生物内部组织的差别，甚至没有合理有效的定义帮助我们表达这样的问题。

现在人们特别喜欢运用像数学一样精确的理论来分析「压缩」评估对象的信息内容的难易程度，以此作为复杂性的判断依据。在保留本质含义的前提下越能够简化，复杂性就越低；越不能简化，复杂性越高。这个定义本身具有缺陷：橡子和经历了100年风雨的大橡树包含同样的DNA，这表示二者都可以被压缩——也就是简化到相同的最小信息符号串。因此，坚果和树具有同样的复杂度。但是我们感觉这棵不断伸展的树——所有独一无二的小圆齿状树叶和弯曲的树枝——比橡子更加复杂。我们希望创建更好的定义。物理学家塞思·劳埃德（Seth Lloyd）统计了关于复杂性的其他42种理论定义，但它们运用到现实生活中都有不足之处。

在我们等待具有实际意义的精确的复杂性定义出现的同时，大量事实证据表明，可以直观感受的「复杂性」——这里是粗略定义——不仅存在，而且还在增加。一些最优秀的进化生物学家不相信进化过程中存在复杂性提高的固有的长期趋势，或者说，事实上他们不相信存在任何进化方向。但是一群相对年轻、离经叛道的生物学家和进化论者收集了一

个令人信服的案例，证明存在清晰可见的复杂性增长趋势贯穿整个进化历程。

塞思·劳埃德与其他人一起提出，有效的复杂性不是自生物开始，而是在宇宙大爆炸那一刻就产生了。我在此前的章节中提出了同样的观点。按照劳埃德的信息观，宇宙诞生后的前几毫微微秒中量子能的波动使物质和能量聚集成块。随后经过重力放大，这些物质能量块发展为各种星系的庞大结构，这显示了星系内部组织的有效复杂性。

也可以说，复杂性先于生物出现。复杂性理论家詹姆斯·加德纳（James Gardner）称之为「生物的宇宙哲学起源」。生物的复杂性安装了速度缓慢的防倒退棘轮，来自星系和恒星这样的前辈。这些具有外熵的自组织系统就像生命一样，在持久的失衡状态边缘徘徊。它们不像一次混乱的大火或爆炸那样燃尽自己（具有持久性），而是长期保持波动状态（失衡），没有稳定下来成为可预知的模式或均衡状态。它们有序发展，既不混乱，也不是周期性的，而是部分有规律的，如同DNA分子。这种在某些环境——例如行星大气层——中发现的持久的、非随机的、不重复的复杂性担当了生命的平台，帮助生命建立持久的、非随机的、不重复的秩序。在一些组织——不论是恒星还是基因——的外熵形态中，有效复杂性随时间变化而提高。一个系统经过一系列步骤提高复杂性，每一次进步都将凝结成新的整体。想一想众多恒星组成的星系或者大量细胞构成的多细胞有机体。与防倒退棘轮一样，外熵型系统很少反转、退化或者变得更加简单。

安装了防倒退棘轮的复杂性和自主性的不可反转的历程在史密斯和绍特马里提出的有机体进化的8次重大转变中（第三章讨论过）有所体现。进化过程的起点是「自繁殖分子」转变成更加复杂的自维持结构——「染色体」。接下来是进一步的复杂变化——「从原核细胞到真核细胞」。又经过几个阶段的转变后，最终的防倒退自组织系统推动生命从无语言群体进化为有语言群体。

每一步转变都会改变自繁殖的基本单位（自然选择作用的对象）。首先是核酸分子自我复制，可是一旦它们自组织为一组关联分子，就会以染色体的形式进行整体复制。此时进化主体既有核酸分子，又有染色体。接着，这些像细菌一样栖息于原核生物内部的染色体连接起来组成更大的自主细胞（构成新细胞器），现在它们包含的信息通过复杂的真核宿主细胞（例如变形虫）实现结构化，并被复制。进化主体演变为三个层次的组织：基因、染色体和细胞。第一批真核细胞通过自我分裂进行繁殖，但最后有些真核细胞（例如原生动物贾第虫）开始有性繁殖，于是生命的进化主体转变为细胞相似但性别不同的群落。

新层次的有效复杂性产生了：自然选择也开始作用于有性群落。早期单细胞有机体群落可以自己维持生存，但是很多谱系经过自组合成为多细胞有机体，整体进行复制，这方面的例子有蘑菇和海藻。现在自然选择的对象除了所有低级生物外，还增加了多细胞生物。有些多细胞有机体（例如蚂蚁、蜜蜂和白蚁）聚集为超级有机体，只能以群落的规模繁殖。在这里，进化过程也发生在群体的层面上。再接下来，人类团体产生的语言将个体思想和文化整合为全球技术元素，因此人类和他们创造的科技只能共同发展和繁衍，使进化和有效复杂性提升到新的具有自主性的层面——社会。

每一次升级后，随之形成的组织将提高逻辑、信息和热动力的等级。结构简化变得更加困难，同时随机性和内部序列的可预测性下降。每一次升级都是不可逆转的。总体而言，多细胞谱系不会回归到单细胞有机体，有性繁殖生物很少进化为单性生殖生物，群体生活的昆虫很少离群索居。从我们掌握的知识来看，没有任何DNA复制因子会绕开基因。大自然有时会简化进化过程，但很少退化。

这里要特别说明：在某个层面的组织中，趋势是不均衡的。随着时间推移，在一科生物中，只有少数物种出现了身体尺寸增大、生命延长或新陈代谢速度加快这样的趋势，而且各种生物类别的变化方向可能不一致。举例来说，在哺乳动物中，马的体形通常随时间而增大，但啮齿类动物也许会缩小。向更大规模的有效复杂性演变的趋势主要出现于组织长期积累新层次的过程中。因此，复杂化过程也许在蕨类植物中不可见，但它出现在蕨类植物向有花植物进化途中（从蕨类植物的孢子到有性生殖）。

不是每种进化的物种都会逐步提高复杂性，（它们为什么应该这样？）而那些复杂性的确有所提高的物种无意中获得了新的影响力，可以改变让它们不适应的环境。一旦生命的某个分支像安装了防倒退棘轮一样发展到新层次，就不会再后退。这样便产生了以更大规模的有效复杂性为目标的不可逆过程。

这条复杂性曲线从宇宙的黎明延伸到生命出现的时刻。接着它继续延伸，穿过生物阶段，现在扩展到科技领域。正是造就自然界复杂性的这股动力决定了技术元素的复杂性。

如同自然界的情况一样，结构简单的物品数量持续增加。砖块、石头和水泥是最早出现的最简单技术产品的一部分，但是从数量上说，它们是地球上最常见的技术产品。它们构成了人类某些最大的创造物：城市和摩天大楼。简单技术在技术元素中的普遍性与细菌在生物圈中的普遍性相似，今天锤子的产量比过去任何时候都多。技术元素的可见成分

从本质上说大多为非复杂技术。

但正如自然进化那样，我们注意到一条显示信息和物质持续复杂化发展的长尾线，虽然这些复杂发明数量不多。（事实上，非大量化是复杂化过程的表现之一。）复杂发明积累的信息比物质多。我们发明的最复杂技术也是质量最轻、包含实物成分最少的技术。例如，软件基本上没有重量，不依附于实物，它以很快的速度复杂化。以微软的视窗操作系统这样的基础工具为例，它的代码行数13年中增加了10倍。1993年，视窗必需的代码有400万~500万行。2003年，视窗的Vista版本包含5000万行代码。每一行代码相当于时钟里的一个齿轮。视窗操作系统是一台由5000万个不断运动的元件构成的机器。

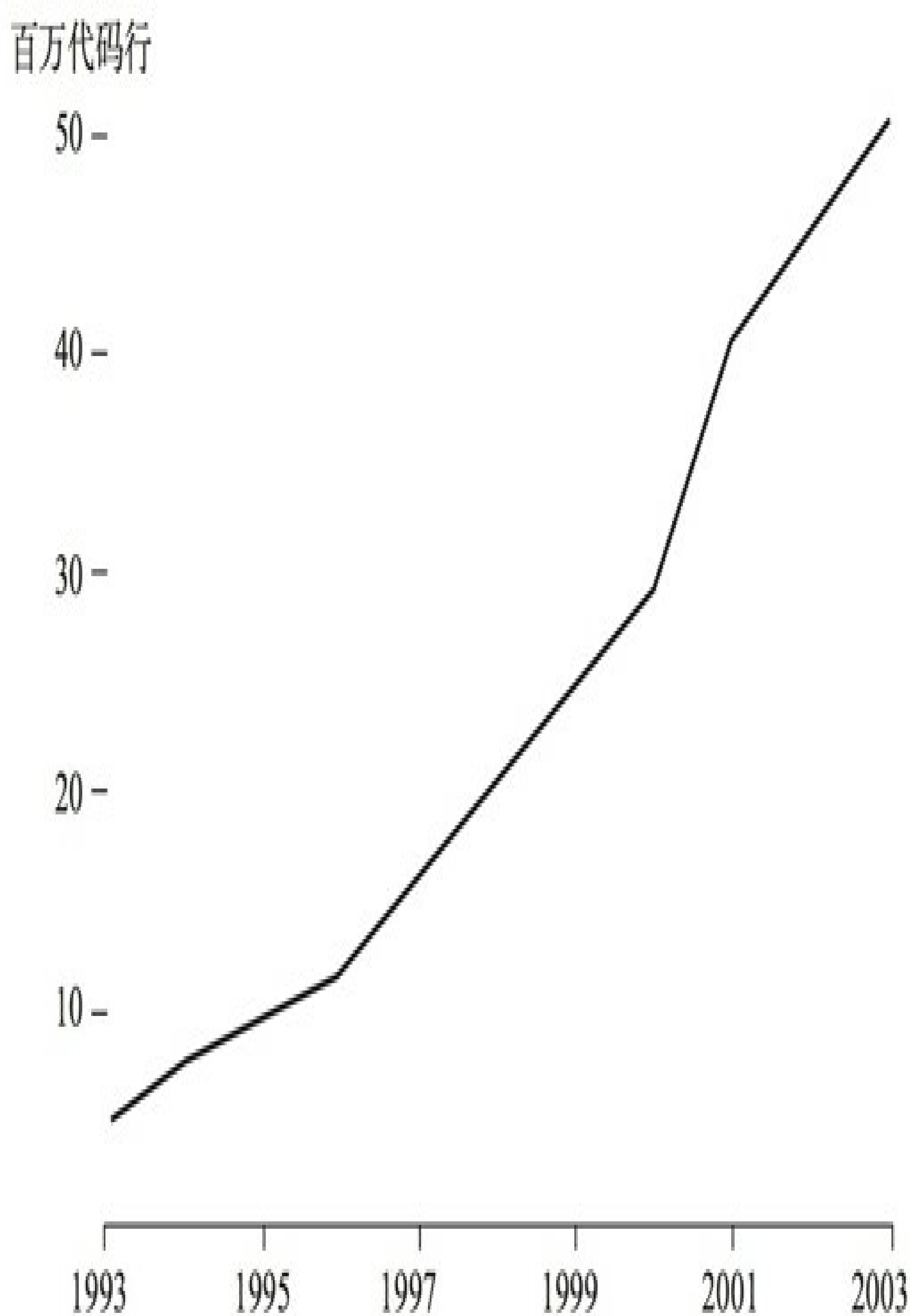
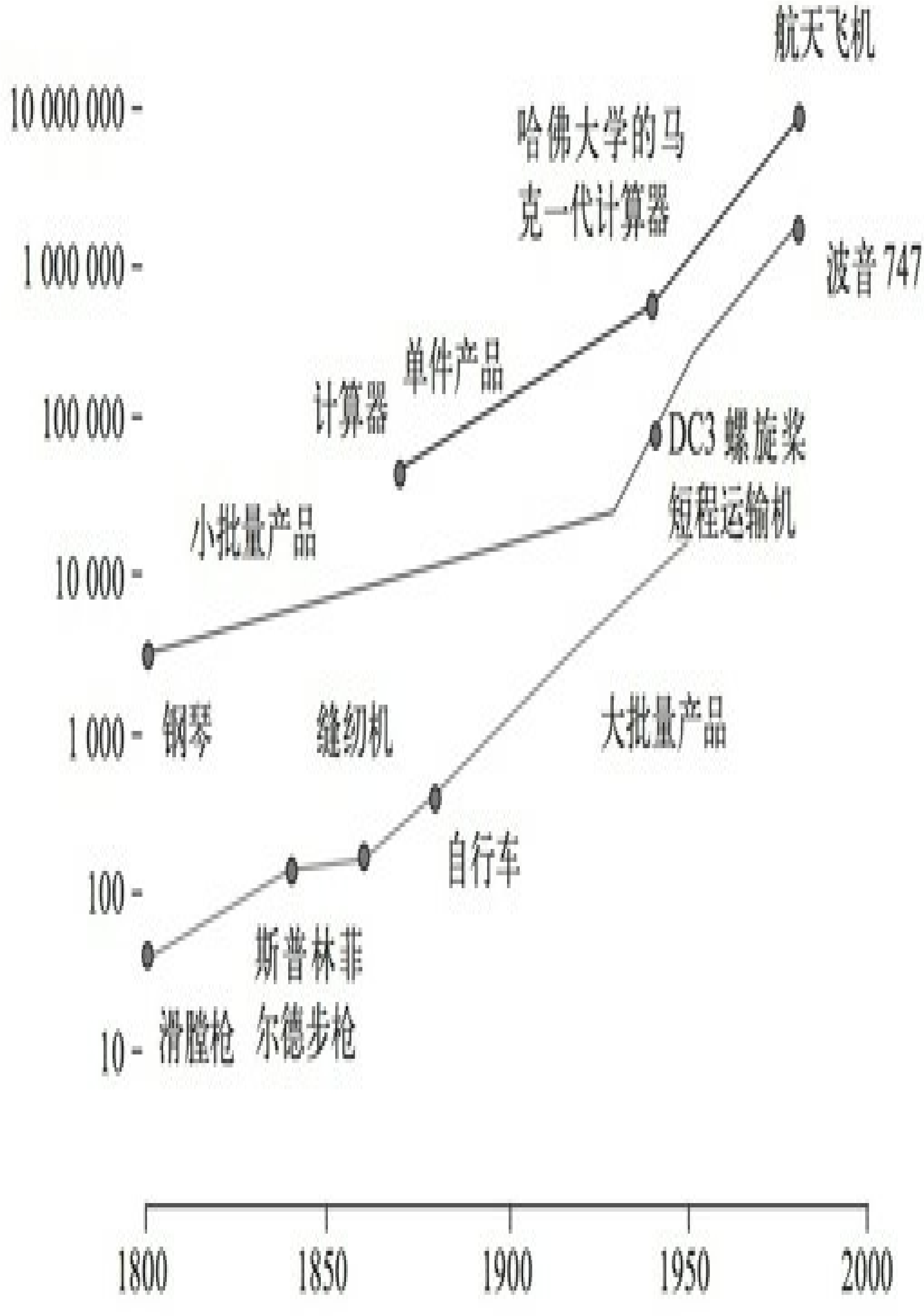

百万代码行
50
40
30
20
10
1993
1995
1997
1999
2001
2003

图13-1　　软件复杂性。1993~2003年微软视窗软件各种版本的代码行数。

在整个技术元素领域，各种技术的血统中被添加了信息层，经过重组后用于制造更复杂的产品。（至少）在过去200年间，最复杂机器的零件数量不断上升。

图13-2是机械设备复杂化趋势的对数图。第一台涡轮喷气发动机样机有数百个零件，而现代涡轮喷气发动机的零件数超过22000个。航天飞机有数千万个实物零件，但最复杂的部分还在于它的操作软件，图13-2的估计中没有包括软件。



航天飞机
10 000 000
哈佛大学的马
克一代计算器
1 000 000
波音 747
单件产品
计算器
100 000
DC3 螺旋桨
短程运输机
小批量产品
10 000
1 000
钢琴
缝纫机
大批量产品
自行车
100
斯普林菲
尔德步枪
滑膛枪
10
1800
1850
1900
1950
2000

图13–2　　人造机器的复杂性。200年来各时期最复杂机器的零件数量（用10的幂表示）。

我们的电冰箱、汽车甚至门窗都比20年前复杂。技术元素强大的复杂化趋势向我们提出了这样的问题：它能达到的复杂程度有多高？复杂性的长期曲线将引领我们去往何处？140亿年来推动复杂性持续增长的力量今天不可能停下脚步。可是当我们试着想象未来100万年技术元素以当前速度提高复杂性时，不禁心底颤抖。

科技的复杂性可以有几种不同表现。

情形一

与自然界的情况一样，科技的主体仍然是简单的、基础性的早期技术，因为这些技术的确有用。低水平技术的作用是为少量上层复杂技术打下基础。因为技术元素是各种技术组成的生态系统，所以大部分成分处于类似微生物的层次：砖、木材、锤子、铜导线、电动机等。我们可以设计具有自我复制能力的纳米级键盘，但它们不适合用手指敲击。人类多半时间将和简单事物打交道（现在正是如此），只是偶尔与令人眼花缭乱的比较复杂的物品互动，这也和我们现在的情况相同。（一天中的大部分时光，我们的手接触的是相对简陋的人造制品。）城市和建筑千篇一律，迅速更新换代的发明和广告牌占据了每一个角落。

情形二

复杂性，与成长中的系统的所有其他要素一样，在某个时候会陷入停滞状态，其他一些之前我们没有注意到的特性（也许是量子纠缠）将取而代之成为可观察到的主要趋势。换句话说，复杂性也许只是我们此刻洞察世界的透镜，时代的象征。事实上它是我们的主观反映，而不是进化过程的真实特性。

情形三

> 万物的复杂性能达到的程度是没有限制的。一切事物都在经历长期复杂化过程，向着极限复杂性的终点前进。建筑物中的砖块将会智能化，手中的汤勺将配合我们抓握，汽车将像今天的喷气式飞机一样复杂。我们一天中使用的最复杂物品将超出任何人的想象。

如果必须进行选择，我会在一号情形上下注，同时认为二号是不大可能发生的。科技的主体将保持简单或近乎简单的特色，而小部分则继续在复杂化的道路上大步前行。我认为1000年后我们的城市和住所仍将是可以想象的，而不是不可辨识的。只要那时我们的躯体和现在差别不大——高度在两米之内、重量为50千克上下，围绕我们的科技主体就没有必要疯狂地提高复杂性。而且我们有充分的理由相信，尽管人们对基因工程抱有热情，但我们的身体大小会保持不变。奇怪的是，我们的躯体规格几乎恰好属于宇宙万物的中等规格。已知的最小物体几乎比我们小30个数量级，而宇宙中最大的结构体差不多比我们大30个数量级。我们中等规格的身躯与目前宇宙物理法则的可持续弹性相适应。更大的身躯会导致行动僵化，更小的身躯则导致生命短暂。只要我们拥有躯体，（有哪种快乐的生物不希望拥有特殊的外形呢？）下面这些已有的基础设施建造技术就将继续发挥作用（总体而言）：石块铺成的路、木材和泥土加工后搭建的房屋，使用的基本成分与2 000年前人类城市和住房的建筑材料没有多少区别。举个例子，有些具有远见的人也许会想象未来出现复杂材料修建的住宅，这样的住宅有些可能会成为现实，但多数普通建筑的材料不太可能比我们现在使用的木材更加复杂。没有这个必要。我认为存在「足够复杂」的限制。未来技术不必为了有用武之地而变得更加复杂。计算机行业发明家丹尼·希利斯曾经表示，他相信很有可能1 000年后计算机仍然可以运行今天的程序代码，例如UNIX系统内核。它们几乎必然是二进制的。如同细菌和蟑螂，这些低水平的技术保持简单本色和生命力，是因为它们有效，不需要提高复杂性。

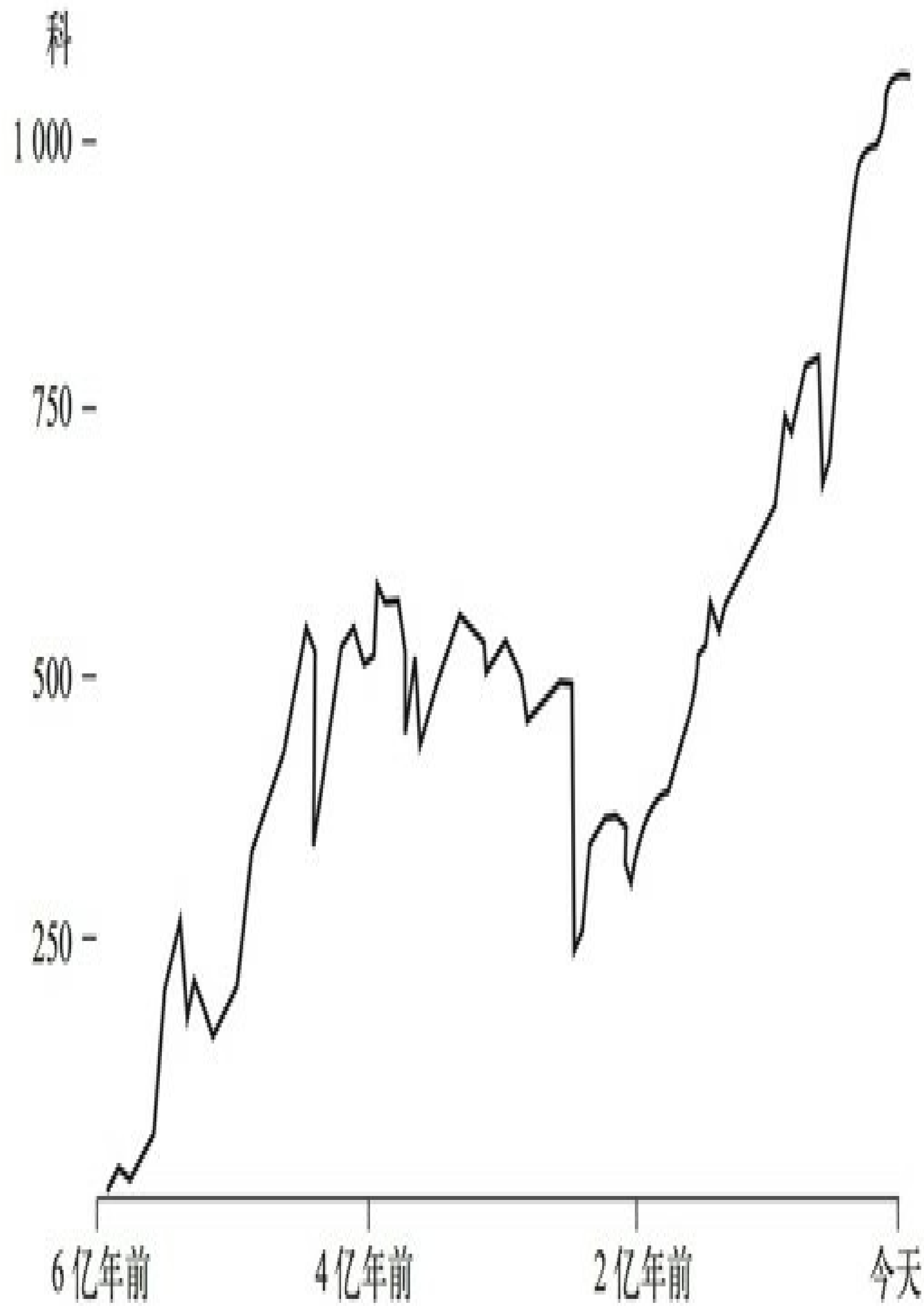
另一方面，技术元素加速发展，可能加快复杂化步伐，导致那些地位等同于细菌的技术也会进化。这就是情形三描述的前景，在那样的情况下，整个科技领域的复杂性都会迅速提升。这不是天方夜谭。

不论前景怎样，我们可以创造的最复杂事物是没有上限的。我们将在多个方向上创造新的复杂事物，其复杂程度甚至会令我们自己也惊叹不已。这将进一步使我们的生活复杂化，但我们会适应，绝不会倒退。我们会用具有美感的「简单」界面遮盖这种复杂性，使它就像橙子的球形外表一样精致。而在这层遮盖膜下面，我们的创造物将比橙子的细胞和生物化学机理更加复杂。为了适应这种复杂化过程，我们的语言、税收制度、政府机构、新闻媒体和日常生活也会更加复杂。

这是值得我们期待的趋势。复杂性的长期轨迹在进化开始前就出现了，贯穿40亿年生命发展历程，现今在技术元素领域继续延伸。

多样性

宇宙的多样化过程从时间诞生那一刻起就开始了。在大爆炸后的最初几秒钟里，宇宙中只有夸克，数分钟内它们开始组合成亚原子粒子。到第一个小时结束时，宇宙中出现了数十种粒子，但只有两种元素——氢和氦。在之后的3亿年间，移动的氢原子和氦原子聚集起来构成不断膨胀的星云团，最后坍塌为燃烧的恒星。恒星的热核反应产生了数十种原子质量更大的元素，于是，宇宙在不断进行化学反应的过程中提高了多样性。最终，一些「富含金属」的恒星爆炸形成超新星，将重元素喷射到太空中，这些物质又经过数百万年重新聚合为新恒星。经过类似于泉涌的运动，第二代和第三代恒星炼炉释放更多中子融入到金属元素中，产生其他类型的重金属，直到全部约100种稳定金属都出现。元素和粒子的多样性不断提高，还引发了更多种类的恒星、星系和轨道旋转行星的诞生。有些行星表面覆盖着活跃的地壳板块，在这些行星上，地质力量改造地表，将各类元素重新分配到新的晶体和岩石中，一段时间后就会形成新型矿石。地球上结晶矿物的种类数量增加到细菌种类数量的3倍。有些地质学家相信，除了地质过程，生化过程也是今天我们发现的4300种矿物中绝大多数种类的成因。

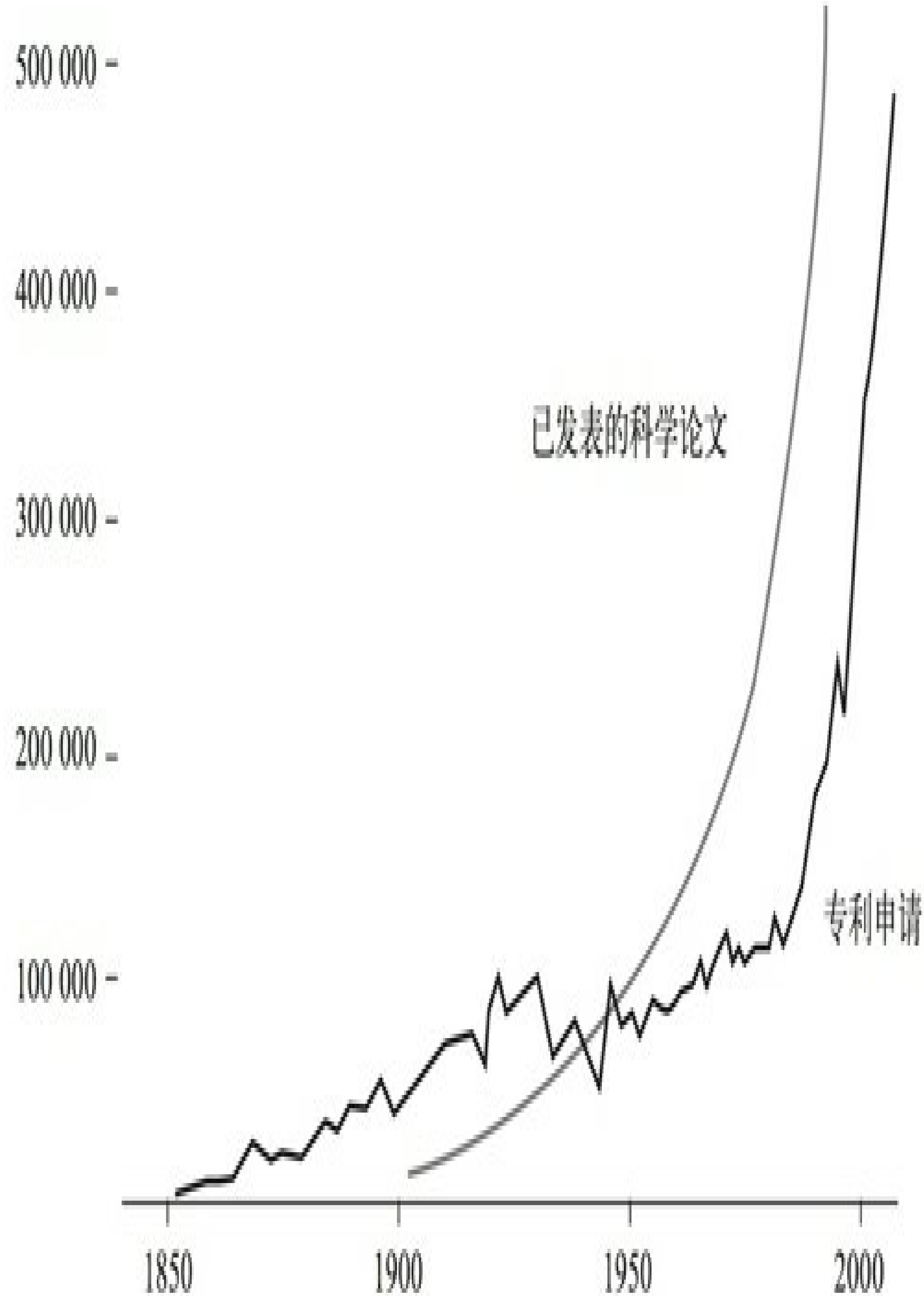


科
1 000
750
500
250
6亿年前
4亿年前
2亿年前
今天

图13–3　　生物的总多样性。地球物种多样性的提高，以生物分类级别中的科为对象，统计过去6亿年科的数量变化。

生命的出现大大加快了宇宙多样化进程。从40亿年前的极少数物种开始，地球生物物种的数量和种类经过地质时期的剧烈增长后，现在已发展到3000万种。这样的增长在几个方面表现出不均衡性。在地球发展史的某些时期，来自太空的大规模干扰（例如小行星撞击）彻底摧毁了多样化过程的成果。有时生物的一些特定分支在多样性方面没有多少进展，甚至出现短暂的倒退。但是总的来说，整个地质时期，生命——作为一个整体——的多样性得到了扩展。实际上，从恐龙时代开始，仅仅2亿年间生命类型的多样性提高了一倍。生物的差异从总体上看呈现指数级的扩大趋势，可以在脊椎动物、植物和昆虫这些领域发现这种火箭式的增长。

技术元素使多样性趋势进一步提速。科技发明的物种数量每年都在加速上升，要精确统计科技发明的数量很难，因为技术创新不像大多数生物那样具有确定的繁育范围。我们可以统计理念，这是所有发明的基础。每一篇科学论文至少提出一个新理念，过去50年期刊文章的数量经历了爆炸式增长。每一项专利也代表了一种理念，最后的统计结果显示仅在美国就有700万项专利申请，这个数字还在呈指数级增长。



500 000
400 000
300 000
200 000
100 000
已发表的科学论文
专利申请
1850
1900
1950
2000

图13–4　　专利申请和科学论文总数。美国专利局收到的专利申请数量和世界科学论文发表数量遵循几乎完全相同的指数级增长曲线。

技术元素内部随处可见多样性的扩展。诸如长达70英尺的潜水艇这样的水下人造物种类似于蓝鲸这样的生物有机体。飞机与鸟类相仿。我们的住所不过是更好的巢穴。但是技术元素还会探索生物从未冒险进入的领域。我们知道没有生物使用无线电波，而技术元素创造了数以百计的各类无线通信物种。虽然鼹鼠在地球上打洞的历史已有数百万年，但是与它以及其他任何生物相比，双层隧道挖掘机个头大得多、速度快得多、被坚硬岩石阻遏的情况少得多，以至于我们可以认为这些人造鼹鼠占据了新的地球生态位。X光机具有在生物界还未发现的视觉能力。再举几个例子，没有任何生物具有素描刻蚀、夜光电子表和航天飞机的相应能力。技术元素的多样性在生物进化过程中找不到对应物，这种现象越来越普遍，因此可以说技术元素的确扩展了多样性。

技术元素的多样性已经超出我们的认知能力范围。每个人都有这么多种不认识的事物。认知能力研究者发现，现代生活中大约有3000种为人熟知的名词类别。这项统计包括人造物品和生物有机体，例如，大象、飞机、棕榈树、电话和椅子。这些是不加思考就可以辨识的事物。研究人员得出3000这个估计数字，依据的是下面几条线索：词典里的名词数量，普通6岁儿童的词汇量包含的事物数量，初级人工智能学习机可以识别的事物数量。他们估计，平均每种名词类别含有10个经过命名的条目。普通人也许会举出10种椅子、10种鱼、10种电话、10种床。因此大部分人的生活中会接触到的事物粗略估计有3万种，或者说至少有3万种事物是能够辨识的。即使我们知道一类事物的名称，也叫不出遇到的大多数生物和科技发明种类的具体名称。我们能认出鸟，但可能不知道是什么种类的鸟。我们知道草，但叫不出草的名称。看到手机，我们知道那是手机，但不知道是哪种型号。用手按压，我们可以区别厨刀、瑞士军刀和枪尖，但不一定能分辨燃油泵和水泵。

在技术元素的某些分支，技术的多样性正在降低。今天，灭火集尘器、马车鞭、手摇织布机和牛车的创新越来越少。我怀疑过去50年是否有人发明过新式奶油搅拌器（尽管很多人仍在发明「更好的」老鼠夹）。手摇织布机总是以艺术品的形式展现在大众面前。牛车并没有彻底退出历史舞台，只要世界上还有牛出生，牛车也许永远不会消失。可是因为牛车功能与过去完全相同，所以显然属于稳定的技术，历经岁月而保持不变，如同马蹄铁。大多数采用几乎要被淘汰的技术的人造制品都显示了相似的恒定性。同时扩张中的技术元素的其余部分源源不断地诞生技术创新、理念和制造品，这些人们司空见惯的活水将淹没上述科

技死水区。

在线零售商Zappos销售9万种不同类型的鞋子。美国的一家五金器具批发商McMaster-Carr在产品目录上列出了超过48万种商品，仅木螺钉一项就可以找到2432种（是的，我数过了）。亚马逊公司销售85000种不同的手机和手机配件。迄今为止人类拍摄了50万部不同内容的电影和大约100万集电视剧，录制的原创歌曲至少有1100万首。化学家记录了5000万种化学品。历史学家戴维·奈宣布：「2004年，福特销售的F-150型皮卡有78种不同配置，变换部位包括驾驶室、底盘、发动机、传动系统、装饰件以及内饰件和车漆颜色。一旦某辆车被售出，车主可以进一步改装，使之真正成为独一无二的类型。」如果以目前的发明速度继续下去，2060年将会有11亿首原创歌曲问世，120亿种不同类型的商品在市场上销售。

一些反潮流人士相信，这种超级多样性对人类有害。心理学家巴里·施瓦茨（Barry Schwartz）在其著作《选择的悖论》（The Paradox of Choice）中论述道，现在超市里出售的285种甜饼、175种沙拉酱和85种品牌的薄脆饼干让消费者无所适从。顾客走进商店寻找薄脆饼干，看见一面墙前方堆满了各式薄脆饼干，令人眼花缭乱。当他试图作出理智选择时，却不知所措，最后两手空空走出商店。「当人们决定进入拥挤的杂货店或者挑选大学课程的论文题目时，选择越多，就越难作出选择」，施瓦茨说道，在尝试选择有数百个选项的医疗保健计划时，很多消费者放弃机会，因为选择的复杂性使大脑停顿，于是他们转而退出该计划，另一方面，那些包含默认选项（可以不作决定）的计划参与率要高很多。施瓦茨总结说：「当选择的数量增多时，负面效应也在逐渐增强，直到超出我们的承受能力。此时，选择不再为人们带来自由，而是削弱自由，甚至可以说对人们施加暴政。」

诚然，太多选择也许招致遗憾，可是「没有选择」更加糟糕。文明就是稳步远离「没有选择」。与往常一样，解决科技产生的问题——例如选择的多样性使人茫然，需要的是更好的技术。超级多样性的解决之道将是「帮助选择」技术，这些更好的工具有助于人类在眼花缭乱的选项中作出决定。这就是搜索引擎、商务推荐系统、电子标签和大量社交媒介的全部意义所在。事实上，多样性本身将产生应对多样性的工具。（驯化多样性的工具就存在于疯狂提高多样性的数量庞大的专利中，按照当前速度，预计2060年美国专利局登记的专利将达8.21亿项！）我们已经知道如何使用网络信息和网页增加选择（谷歌就是这样的工具），但是借助实物和特殊媒介实现选择的增多则需要用到其他知识和技术。在网络时代初露端倪时，一些非常聪明的计算机科学家宣布，利用关键

词搜索对10亿网页进行筛选是不可能做到的，但是今天我们日常搜索的网页达到1000亿。没人要求减少网页搜索量。

不久之前，典型的未来科技景象是：标准产品，全世界千篇一律，强制的统一性。然而矛盾的是，某种形式的统一性可能释放出多样性。标准文字系统（例如字母表）的统一性释放出意想不到的文学多样性。没有统一的规则，需要逐字逐句编造，因此人们的交流只能限于本地，效率低下，使人产生挫折感。但是借助统一的语言，人们可以大范围地交流足量的信息，这样新词汇、新短语和新观念可以被人们理解、接受和传播。字母表的刚性对激发创造力的贡献比任何疯狂的头脑风暴式发明都要大。

英语的26个标准字母创造了1600万部内容不同的英文图书。当然，文字和语言仍会发展，但是它们的进化以保守的和公认的基本原则为基础：可以激发大脑创造力的（短期）固定字母、拼写方法和语法规则。技术元素将逐渐与几条普适标准融合，这些标准也许是基础英语、现代音乐符号、公制度量系统（美国是例外）、数学符号，以及被广泛采用的技术协议——从公制度量系统到ASCII（美国信息交换标准代码）和Unicode（统一字符编码标准）。今日世界的基础结构建立在由上述标准串接而成的共享系统之上。这使得人们可以在中国订购南非工厂使用的机器零件，或者去印度研究在巴西上市的药品。这种基础协议的融合也是现在年轻人可以通过10年前还不可行的方式与他人直接对话的原因。他们使用运行通用操作系统的手机和上网本，也使用标准缩略语，并且通过下列各种方法建立越来越多的共同文化标准：观看相同的电影，欣赏相同的音乐，在学校学习相同的科目和课本，衣兜里装有相同的技术产品。共有普适观念的同一性以一种奇怪的方式传递文化的多样性。

在这个全球标准趋同的世界，少数民族文化再次产生了这样的恐惧，即它们的定位差异将会消失。他们无须担心。事实上，日益普遍的全球通信工具可以为他们的差异提升价值。这些部落——例如亚马孙丛林的雅诺马马人和非洲的布须曼人——独特的食物、医疗技能和养育后代的方法过去只限于当地使用的封闭知识。他们的特殊生活方式体现的差异性在部落之外没有影响，因为他们的知识与其他人类文化隔离。可是一旦与标准公路、电力系统和通信工具结合，他们的差异就会对外人产生潜在的影响。即使他们的知识仅适用于当地环境，从更广泛的角度了解这些知识也会有所裨益。富人去哪里旅行？保留异域风情的地方。什么样的餐馆吸引消费者？有突出特色的餐馆。什么商品在全球市场流通？蕴涵新奇理念的产品。

如果这样的本土差异在与外界结合时仍然能够保持独特性（这里要加一个大大的问号），那么这种差异的价值在全球体系中将不断提高。当然，维持和而不同的平衡是一项挑战，因为这种文化差异和多样性很大程度上来自外界的分离，而在新的混合体中这些文化不再与世隔绝。摆脱隔绝状态而繁荣的文化差异（即使它脱胎于此）随着世界的标准化将融合各种价值观。印度尼西亚巴厘岛就是一个例子。在与当今世界连通之后，富裕的、与众不同的巴厘岛文化似乎有了新的发展。与其他生活在新旧文化中的人一样，巴厘岛人也许将英语作为第二通用语，在家里则说本地语言。他们在早晨举行献花仪式，下午去学校学习科学知识。他们演奏加麦兰注，使用谷歌搜索引擎。

可是，扩展的多样性怎样与前述的同样具有渗透力的趋势结合起来：各种技术的必然序列和技术元素会以特定形式聚合吗？从表面上看，技术元素目前的发展模式会阻碍它向新方向扩展。如果全球范围内科技向单一的创新技术序列聚拢，那么又如何推动科技的多样化进程？

技术元素的内部序列与有机体的成长过程相似，后者要按部就班地经历一系列阶段。例如，所有人的大脑都会经历从幼年期到成熟期的成长模式，可是在这个过程的任何时刻大脑都有可能产生明显的思维多样性。

全世界将在最大程度上统一科技的使用，但偶尔也会有群体或亚群体发明和改进仅对边缘群体有吸引力或者仅具有边际效用的技术和技能。这样的概率极小：边缘多样性跻身主流社会并超越现有模式，从而有利于技术元素继续提高多样性。

人类学家皮埃尔·彼得勒坎（Pierre Petrequin）曾经注意到巴布亚新几内亚的Meervlakte Dubele和Iau部落很多年来一直使用铁斧和铁项链，但这些技术并没有传播到距离他们「只有一天步行路程」的Wano部落。今天情况仍是如此。日本人对手机的使用在广度、深度和更新换代速度上都远超过美国人。然而为两个国家生产手机的是同样的工厂。两国民众对汽车的使用与此类似，只是情况刚好与手机相反。

这种模式古已有之。自从有了工具，人类就因为非理性原因偏爱某些技术。他们也许避免使用某种工具的变体或某项发明——即使它们表现出更高的效率或生产率，仅仅是出于认同心理：「我们的族人不这么做」，或者「我们的传统是这样的」。人们也许无视显而易见的技术进步，即使这样的改进提高了实用性，因为新方法让他们感觉不妥或者不舒服。科技人类学家皮埃尔·勒莫尼耶（Pierre Lemonnier）回顾了历史上科技发展进程的局部中断情形，评论道：「人类对技术的使用屡次表现出违背物质生产效率或进步逻辑的行为。」

数千年来巴布亚新几内亚的安加部落一直在狩猎野猪。为了杀死重量可能与人相当的野猪，安加人设置陷阱，用木棍、藤蔓、石块和重力捕获猎物。随着时间的流逝，安加人不断完善和改进陷阱技术，使之与当地地形相适应。他们发明了三种常用陷阱。一种是在深坑里插上几排锋利的树桩，坑顶用树叶和树枝伪装。一种是将一排削尖的木桩隐藏在低矮的屏障后面，屏障的作用是保护诱饵。还有一种是被称为悬挂死神的陷阱——将重物悬挂在小路上方，野猪路过时踢到绳索，重物落下砸倒野猪。

此类技巧不受阻碍地在巴布亚新几内亚西部高地的各村庄之间传播。一个村落掌握的技能，所有村落都知道（传播时间如果不是几个世纪，至少也是数十年）。人们不需要等待很多天就可以感受到知识的变化。大多数安加村落可以按需要设置三种陷阱中的任何一种。可是，有一个特殊群体——兰吉玛人不接受悬挂死神的共有知识。按照勒莫尼耶的说法，「这个群体的成员可以轻松说出悬挂死神这种陷阱的10个组成部分，讲述它的功能，甚至可以制作粗略的模型，但是他们就是不采用这样的装置。」河对岸可以看到邻居门耶部落的房屋，他们使用这种陷阱——非常有效的技术。从兰吉玛人的家园步行两小时就能到达卡帕部落，他们也使用悬挂死神，而兰吉玛人选择说「不」。正如勒莫尼耶所说的那样，有时「人们主动忽视被充分证明的技术」。

兰吉玛人并不是落后分子。在兰吉玛人的北边，一些部落制作木质箭头时不装倒钩，选择性地忽视了兰吉玛人使用的杀伤性倒钩这一关键技术，而事实是，安加人「有大量机会在敌人向他们射出带钩箭头时观察这种装置的卓越性能」。不论是这些安加人可以收集到的木材类型，还是他们能够狩猎的野兽，都不能解释这种部落特有的弃用现象。

各种技术都具有超越纯机械性能的社会属性。我们采用新技术，主要考虑的是它们的用途，但也有部分原因是它们对我们具有什么意义。我们经常因为相同的理由而拒绝一项技术：放弃使用这一技术会以某种方式强化或塑造我们的个性。

如果研究者仔细分析古代和现代的技术传播模式，都会发现群体采用的模式。社会学家注意到萨米人的一个分支拒绝使用两种已知的套索捕猎驯鹿技术中的一种，而其他拉普兰人则使用这两种技术。一种特殊的横轴水车在摩洛哥得到广泛使用，在世界其他地区却不见踪影，虽然各地水车的物理原理是相通的。

我们应该预期人们将继续表现群体偏好和社会偏好。团体和个人排斥各种技术先进的发明，仅仅是因为他们可以这么做。或者是，因为其他所有人都使用这些发明，因为它们与他们的自我概念冲突，因为他们

不介意花更多精力做事。人们为了表现自己的与众不同，会拒绝或舍弃某些全球标准技术。这样，当全球文化悄悄地朝着技术趋同的方向运动时，数十亿科技用户的个人选择却呈现差异化，因为他们渐渐倾向于选用更小型、更具特色的产品。

多样性为世界的发展提供动力。在生态系统中，多样性提高是健康的征兆。技术元素也要借助多样性的力量。从生命的黎明开始，多样性的大潮越来越磅礴；在可预见的未来，它将继续向四面八方奔腾，永不停息。

专门化

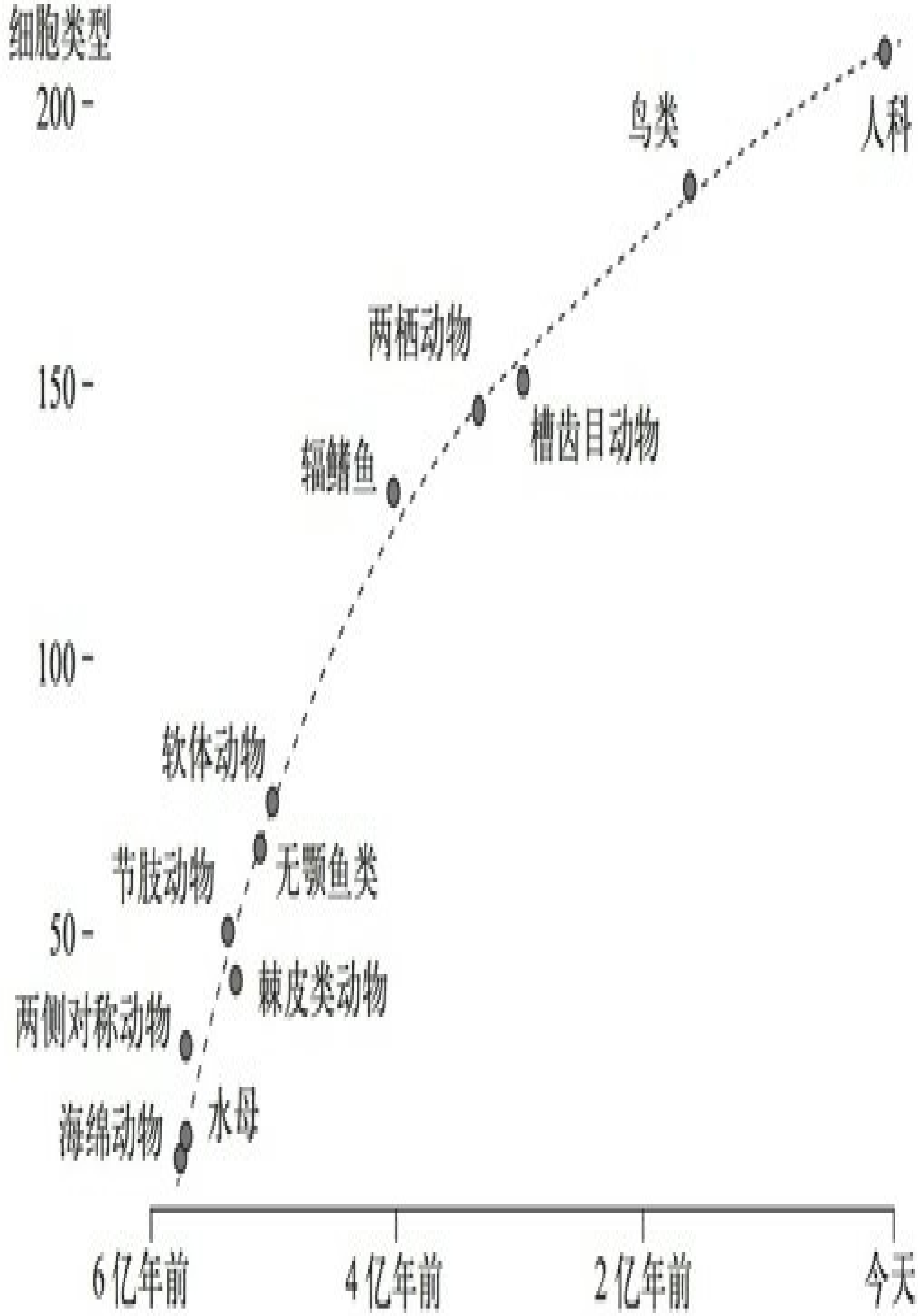
进化主体从一般向具体转移。最早出现的细胞是具有一般功能、像生存机器一样的凝块。随着时间的推移，在进化的打磨下，一般性转变为多种特殊性。在初始阶段，生命的活动范围仅限于温暖的水池。但地球上的大部分地区都是极端环境：火山和冰川。进化创造出擅长在沸水和寒冰中生存的细胞，还有专门吞食油污、分离重金属的细胞。专门化使生命得以开拓这些重要的但地形多变、环境极端的栖息地，并且占领了数百万个生态位——例如其他有机组织的内部或者空气中尘埃的凹坑。很快，地球上每一种可能适合生命的环境都出现了相应的生命形式，在那里繁衍生息。现在，除了极少数配置医院设备的临时场所，这个星球上不存在无菌之地。生命细胞不断专门化。

专门化趋势也适用于多细胞有机组织。有机体内的细胞进行了专门分工。人体内有210种不同类型的细胞，包括肝和肾的特别细胞。人体具有独特的心肌细胞，与骨骼上的普通肌肉细胞不同。发育为各种动物的原始的全能卵细胞分裂成具有更高专门性的细胞，经过不到50次有丝细胞分裂，你和我最终成为由10^{15}个骨骼细胞、皮肤细胞和脑细胞构成的统一组合物。

在进化过程中，最复杂的有机体中细胞类型数量显著增加。事实上，这些有机体的某些部位更加复杂，因为那里包含了更加专门的细胞。因此，专门化过程追随复杂性的轨迹。

有机体本身往往也会经历深层次的专门化。举个例子，在漫长的岁月中，藤壶（由50种专门细胞构成）进化出特殊能力：身披6块壳板的藤壶适合生活在潮汐运动剧烈的地方，那里每个月会被潮水淹没几次（潮水也带来了食物）。蟹奴藤壶只栖息于活蟹的卵袋内。鸟类长出特殊的喙，专吃种子：纤细的喙吃小种子，肥大的喙吃坚硬的种子。有几种植物（我们称之为野草）是机会主义者，会侵占任何扰动土，而大多数植物生存技能的用武之地是某些特定的生态位，例如阴暗的热带湿地

或干燥多风的山峰。众所周知，树袋熊专吃桉树叶，熊猫偏爱竹子。



细胞类型
200
150
100
50
人科
鸟类
两栖动物
槽齿目动物
辐鳍鱼
软体动物
节肢动物
无颚鱼类
棘皮类动物
两侧对称动物
海绵动物
水母
6亿年前
4亿年前
2亿年前
今天

图13–5　　专门化细胞类型。有机体身上发现的不同细胞类型的最大数量在进化过程中不断上升。

生命的专门化趋势受到一场「军备竞赛」的推动。更多专门化的有机体（例如蚌依靠进食深海暗处的火山口喷发的含硫物质长大）为竞争者和捕食活动（例如螃蟹以食硫蚌为食）提供更多专门化条件，这导致更多专门化的生存策略（例如螃蟹里的寄生虫）和觅食方法的出现，最终孕育出更多专门化的有机体。

这种专门化动力也扩展到技术元素领域。猿人的原始工具是一边被砸开的圆形石块，具有刮擦、切削、捶打多种功能。一旦被现代智人采用，这种工具就变身为专门化工具：单独的刮刀、切刀和锤子。专门化分工增加，久而久之导致工具的种类也增加。缝衣物需要针，缝兽皮需要特殊的针，缝织物又需要其他类型的针。当简单工具与复杂工具结合组成混合工具（细绳+树枝=弓）时，专门化程度提高了。今天人造物品令人吃惊的多样性主要是由复杂设备的专用器件需求推动的。

同时，就像有机生命的情况那样，工具通常在刚出现的时候具有多种用途，后来演变为特定任务专用。第一台使用胶卷的相机发明于1885年。一旦有了雏形，相机的设计思路开始专门化。在此后的几年时间里，发明家们研制出微型间谍相机、超大全景相机、复合透镜相机和高速闪光相机。现在专用相机达到数百种，包括在深水区和太空真空环境使用的相机以及可以捕捉红外线和紫外线的相机。虽然人们仍然可以购买（或制作）早期的多功能相机，但是它们在相机王国的领地越来越小。

这种从一般到具体的顺序体现在大多数技术上。汽车开始时集各种功用于一身，经过一段时间进化出各种专用车型，而那种多功能车则渐渐消失。人们可以选择迷你车、大型货车、跑车、轿车、皮卡、混合动力车等。剪刀的功能也分为剪发、剪纸、剪地毯、剪渔网和剪花。

展望未来，专门化的程度将继续提高。第一代基因排序装置的工作对象包括任何基因。下一步是为研究人员制造专门针对人类DNA或者其他物种基因——例如老鼠——的排序装置。那样我们将看到针对不同人种基因组（如非裔美国人或中国人）的专用排序装置，除此之外，还有极其轻便的排序装置，或者速度极快、可实时排序的装置，让人们知道自己的基因现在是否正遭受污染物损害。第一代商业虚拟现实控制仪提供任何类型的虚拟现实服务，但是随着时间推移，虚拟现实控制仪将发展为专门化版本，配置专用于模拟游戏、军事训练、电影预演或购物的设备。

现在，计算机似乎朝着相反的方向发展——成为前所未有的通用机

器，具备越来越多的功能。计算装置和网络设备承担全部工作，并成为操作人员的工具。计算机已经综合了计算器、电子表格、打字机、电影播放器、电报收发装置、电话、对讲机、指南针、六分仪、电视机、收音机、唱机转盘、草案表、混音台、战争游戏、音乐工作室、铅字铸造车间、飞行模拟器以及其他许多设备的功能。通过观察某人的工作场所就能识别其职位的方法不再适用，因为这些场所如出一辙：一台个人电脑，90%的员工使用相同的工具。这张桌子是首席执行官的，还是会计、设计人员或者前台接待的？这种趋同现象被云计算放大了，借助这种手段，所有员工统一在网上完成实际工作，手边的工具不过是进入工作状态的通道。所有门户都化身为最简单的窗口：某种尺寸的扁平屏幕。

这样的趋同性是暂时的。我们仍然处于电脑时代——说智能时代更合适——的前期阶段。现在我们在任何地方施展个人才智（也可以说，我们在任何地方工作和休闲），就是同时在运用人工智能和集体智慧，全面检查我们的工具，彻底改变我们的预期。我们已经使记账、摄影、金融交易、金属加工、飞机导航以及其他数千种工作实现智能化。我们计划通过电脑自动处理汽车驾驶、医疗诊断和语音识别。在向大规模智能化飞速前进的过程中，我们首先要配置多功能电脑，其中包括批量生产的微处理器、中等尺寸的显示器和网络连接设备。这样所有的日常事务都由同样的工具处理。要让所有工作都实现智能化，也许还需要10年。我们要给锤子、牙刮匙、铲车、听诊器和煎锅注入人工智能，尽管现在听起来很傻。所有这些工具将借助网络的共享智慧获得新的能力。而当新近增添的功能显露无遗时，它们将转变为专门化工具，就像第一代iPhone、Kindle电子书和上网本。当显示屏和电池技术经过追赶与芯片技术同步时，无处不在的智能化人机界面将呈现多样性和专门化。士兵和其他体格强壮的运动健儿想要大尺寸、有外包装的显示器，而经常出行的人需要小尺寸的。游戏玩家希望他们的显示器待机时间最短，读者希望显示器最适合阅读，徒步旅行者希望显示器防水，孩子们希望显示器永远完好无损。作为计算装置或网络设备的一部分，交流工具的专门化程度十分明显。键盘就是其中之一，它不再是唯一的信息输入工具，语言和手势将发挥重要作用。眼镜显示器和用眼球控制的显示屏将带来新的灵活界面。

快速成型技术（一经要求，机器可以大量生产某种物品）的出现，将会使专门化进程跳跃式发展，最终任何工具都可以根据个人要求和愿望进行定制。高度用户化的功能可能会产生只为某个特定任务而组合、任务完成后即分解的装备。过于专门化的人造制品也许只存在一天，就

像蜉蝣。市场商机和个人定制的「长尾」注不仅是信息传播媒介的特征，而且也是科技进化过程自身的特征。

我们可以对今天几乎所有投入使用的发明进行预测，想象它们进化出数十种专门化功能。科技带着通用性出生，成年后就具有了专用性。

普遍性

生命领域以及技术元素领域的自我繁殖产生了推动普遍性的内在动力。如果有机会，蒲公英、浣熊或者火蚂蚁将不断繁殖，直至遍布地球。进化赋予了繁殖过程某种技巧，使之在任何约束下都能实现传播范围的最大化。可是因为现实资源有限，而竞争无限，没有物种可以达到完全的普遍分布。然而所有生物都渴望朝那个方向发展。科技，也希望无处不在。

人类是科技的父母。我们大量生产各类制造品，传播理念和文化基因。因为人类数量有限（目前只有60亿人存活），而等待传播的技术种类或文化基因有数千万种，因此很少有发明能够达到100%的分布，尽管有一些接近这个比例。

我们也不希望所有技术都具有普遍性。在人造心脏替代人类心脏的问题上，更可取的是通过改变基因、服用药物或者控制饮食这些手段，减少人造心脏的使用需求。同样，碳封存这种补救技术（从大气中清除碳）理论上绝不会普遍推广。更好的举措是首先推广使用低碳能源，采用光子技术（太阳能）、核聚变技术（核能）、风能和氢气。补救技术的问题在于一旦它们建立了地位，就失去了发展方向。疫苗在获得普遍成功后，就不再有进一步的发展空间。长期而言，为其他技术开启大门的具有生命亲和力的技术往往最快达到普遍化。

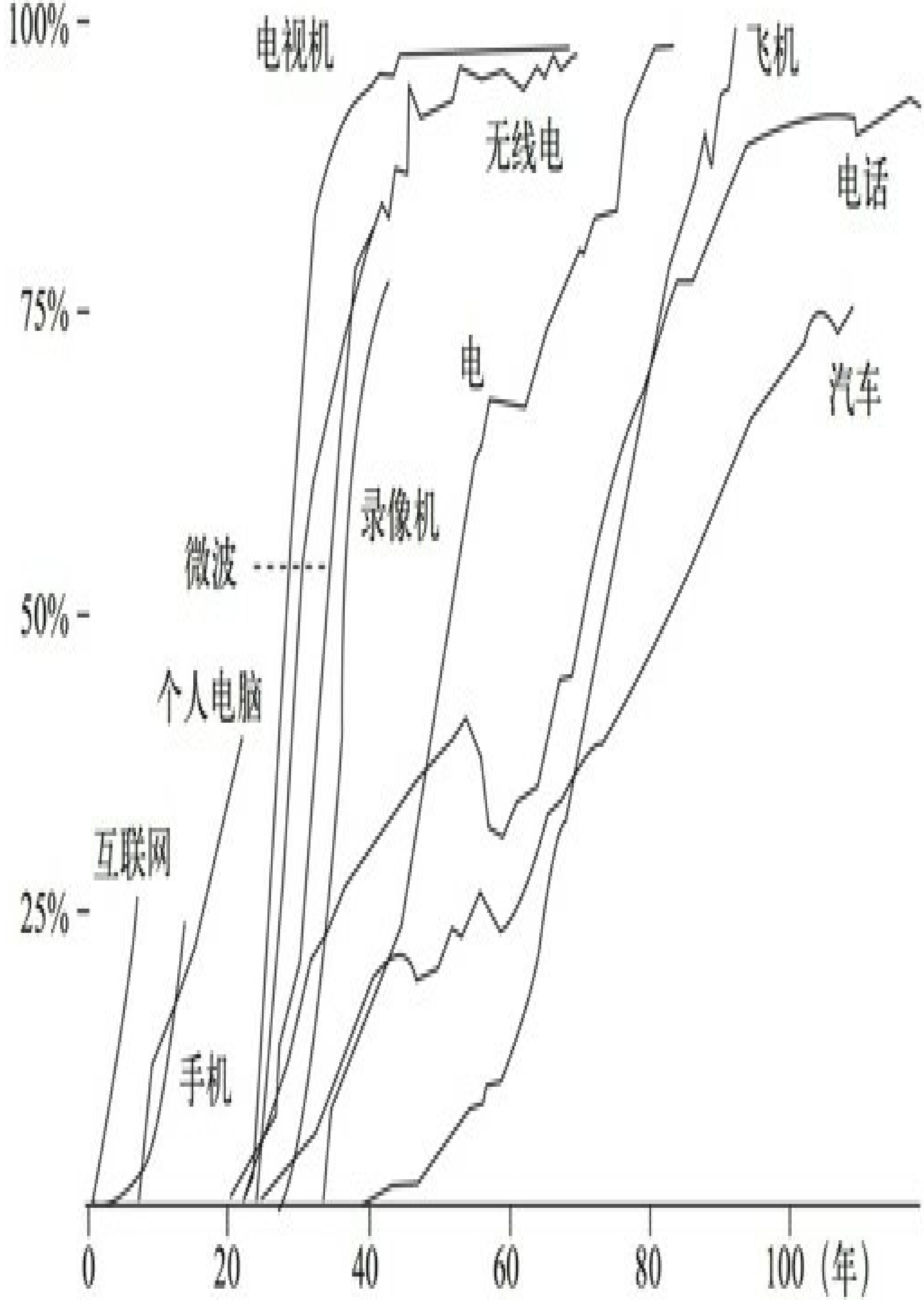
从地球生物圈的视角来看，地球上最具普遍性的技术是农业。高质量农业食品的稳定盈余产生了强有力的可扩展性，因为这种盈余为文明提供保障，并且孕育数百万种技术。农业的传播是地球上最大规模的工程。地球1/3的陆地面貌被人类的大脑和双手改变。本土天然植物被农作物取代，土壤成分发生变化。被深度开垦的陆地有一半经过修整成为牧场。最剧烈的变化——例如特大农场里连绵不绝的土地——在太空就可以看到。以平方公里计算，世界上种植面积最广泛的农作物有5大类：玉米、小麦、稻米、甘蔗和供奶牛食用的牧草。

普遍性列第二位的技术是公路和建筑物。绝大部分是简单空地的土路将它像根一样的触角伸向大多数流域和纵横交错的山谷，直至高山脚下。人们修建的公路网编织起一件镂空的外套，包裹住世界各大洲。一连串建筑物沿着公路的树状分支排开。这些人类创造物的材料是自由采

伐的纤维（木材、茅草和竹竿）和塑形泥土（黏土、砖块、石块和水泥）。在各个交通枢纽，矗立着宏伟的用石块或沙土砌成的大都会，这些大型城市改变了物质的流向，致使大量的技术在其中流通。源源不断的食品和未加工的原料流入，废弃物流出。一个居住在发达城市的成年人每年消耗20吨物资。

有一种技术，也许不容易察觉，但在全球范围内更加普遍，这就是火的使用。含碳燃料——特别是煤炭和石油——的受控燃烧改变了地球的大气层。从总量和结果的一致性来看，燃烧装置（沿公路运动的汽车发动机是一种常见形式）无法与公路相提并论。尽管从规模上看，作为运动场所的公路以及作为燃烧场所的住宅和工厂更大，但这些小型的得到控制的燃烧装置可以改变厚厚的地球大气的成分。也许，人类集体使用的燃烧设备虽然占用空间小，但对地球的影响却是最大规模的。

接下来要谈到我们经常接触的物品。在日常生活中，给几乎无处不在的技术列一份清单，其中将包括棉布、铁刀、塑料瓶、纸和无线电信号。这5种技术是现在几乎每个人都可以获得的，不论你是在城市，还是最偏远的乡村。它们都可以产生数量巨大的新机会：纸——廉价书、印刷品和钱；金属刀——艺术、手艺、园艺和屠宰；塑料瓶——烹饪、水和药物；无线电——通信、新闻和团体。紧随这些几乎无处不在的物品的是金属容器、火柴和手机。



100%
75%
50%
25%
电视机
无线电
飞机
电话
电
汽车
录像机
微波
个人电脑
互联网
手机
0
20
40
60
80
100（年）

图13–6　　　技术的加速应用。美国消费者拥有或采用某项技术的百分比，横轴为从人们发明该技术开始经过的年份数。

百分之百的普遍性是所有技术的发展目标，但从未达到过。不过，对一项技术进行切实可行的推广，使其采用率接近饱和状态，这足以释放它的活力，使之提升到新的层次。在各国城市中，新技术正加速传播，向着普遍使用的目标前进。

经过75年的努力，90%的美国居民才享受到电气化的便利，而手机仅用了20年就达到了同样的使用率。传播速度正在加快。

在追求普遍性的过程中，更多的技术出现了差异化，一些新鲜事发生了。几辆汽车在公路上兜风，这种情形从根本上有别于几辆车为大众服务，不只是因为噪声和废气排放量增加。10亿辆使用中的汽车导致了一个自然形成的系统，这个系统可以自我推动。大多数发明都是如此。第一代相机属于新鲜事物，它们的作用主要是剥夺画家记录时代的职责。但是，随着摄影技术愈来愈简单，相机的大众化创造了竞争激烈的新闻摄影行业，最终孵化出电影技术和好莱坞的另类现实世界。相机便宜到每个家庭都有一台，它的推广促进了旅游业、全球化和出国旅行。手机和其他数码产品设置拍照功能，使照片得以广泛共享，于是人们确信事物必须被相机捕捉到才算真实，并且产生这样一种感觉：镜头之外的世界无关紧要。相机被进一步置入人类环境中，在城市各个角落和所有房间的天花板上执行监控功能，提高社会的透明度。最后，人类世界的表面将布满监视器，每一台监视器都会承担眼睛的角色。当照相机具有完全普遍性时，一切事物每时每刻的动态都将被记录下来。我们将拥有共同的意识和记忆。从相机单纯取代绘画开始，到这些由普遍性导致的后果，经历了漫长的过程。

普遍性，一次又一次改变一切。

1000辆汽车让人们拥有了机动性和隐私，为参与冒险提供工具。10亿辆汽车使市郊形成，限制冒险机会，清除人们的狭隘思想，同时也产生停车难、交通拥堵的问题，此外，住宅建设过程中也不再只考虑人的体形大小。

1000只24小时工作的通电摄像头可以防止小偷威胁市区的安定，记录闯红灯者和警察的不正当行为。10亿只24小时工作的通电摄像头可以监控社区，记录社区的点点滴滴，它们使外行能够承担监控工作，让人们重新认识隐私的概念，减少政府的权威性。

1000座交通站有助于假日旅游业的兴旺。10亿座交通站将解决上下班通勤问题，重新勾画全球化蓝图，提出新的宏伟愿景，同时产生远距离运输晚点的缺陷，消除民族——国家的界线，使人们不再拥有隐私。

1000次人类基因排序将大力推动个性化医疗方案。每小时10亿次基因排序使基因受损的实时监控成为可能，并且还会颠覆制药行业，重新定义疾病，让基因谱系跟上时代潮流，推行「超纯净」生活方式，使器官看上去羸弱不堪。

1000块超大荧屏是好莱坞的生存动力。10亿块随处可见的荧屏将成为新的艺术，创造新型广告媒体，让城市的夜晚焕发激情，加快电脑处理屏幕栅格的速度，激发普通人的活力。

1000台仿人机器人将为奥林匹克运动带去新意，推动娱乐公司的发展。10亿台仿人机器人将极大改变就业结构，在引入新式机器奴隶的同时也会引发抗议，使现有宗教的重要地位岌岌可危。

在进化过程中，每一种技术都要面临同样的问题，如果实现普遍化，如果人人采用，将会产生什么后果？

通常，被普遍采用的技术面对的结局是退出历史舞台。1873年现代电动机发明之后不久，整个制造业都在推广这种设备。每一家工厂都在原来摆放蒸汽发动机的位置安装了一台超大型的价格昂贵的电动机。这台电机驱动一个由轴杆和传送带构成的复杂系统，从而带动遍布工厂的数百个小型机器运转。这股旋转动力从单一来源出发，飞速穿过整个厂房。



图13–7　　无处不在的电动机。福特发动机公司生产的用于驱动机轴旋转的设备，1915年。

20世纪前10年，电动马达不可避免地开始进入家庭。人们改造这些设备，使之服务于家务劳动。它们与蒸汽机不同，不会冒烟，也不会喷气或流水。这个5磅重的「大块头」只会有节奏地发出嗡嗡声。就像工厂的情况一样，这些独挑大梁的「家用电机」被用于驱动家中所有机械设备。1916年美国咸美顿公司（Hamilton Beach）的「家用电机」装有控制6种速度的变阻器，工作电压为110伏。设计师唐纳德·诺曼（Donald Norman）指出，西尔斯·罗巴克公司产品目录上家用电机的广告价格是每页8.75美元（相当于今天的100美元）。这种轻便的电机将驱动缝纫机转动，也可以将它与搅乳器和搅拌机连接（广告词「你将发现多种用途」），或者连接缓冲装置和研磨机（广告词「对很多家务活十分有用」）。风扇「可以与家用电机快速连接」，还有打蛋器，可以搅拌冰激凌和鸡蛋。



图13–8　　家用电机广告。1918年发行的杂志上刊载的西尔斯家用电机广告。

100年后，电机实现了普遍化，并被置于机器内部，从外面看不到。一个家庭不再只有一台家用电机，而是有数十台，每一台都很难看到。电机现在不再作为独立设备，而是成为很多电器不可分割的一部分。它们驱动家电产品，充当这些人造自我的肌肉。它们无处不在。在写作这一部分内容时，我对所处房间里所有内置电机进行了非正式统计：

5块旋转的硬盘。

3台模拟磁带录音机。

3台照相机（去掉变焦镜头）。

1台摄像机。

1块手表。

1只闹钟。

1部打印机。

1台扫描仪（去掉扫描头）。

1台复印机。

1台传真机（去掉纸）。

1台CD播放机。

1台地板辐射供暖系统泵。

这是我家一个房间里的20台家用电机，一座现代工厂或办公楼里有数千台。我们不会想到电机，没有意识到它们的存在，即使我们依赖于它们的运转。它们很少失效，却改变了我们的生活。我们也没有意识到

公路和电的存在，因为它们无处不在，通常不会出现故障。我们认为纸和棉布不属于技术，因为它们无处不在，稳定可靠。

除了深嵌性外，普遍性还会产生确定性。新技术的优点总是不明朗。第一代创新技术复杂烦琐、难以使用，是「某种现在还不能完全发挥作用的东西」——这里又重复丹尼·希利斯关于技术的定义。新型的犁、水车、马鞍、灯、电话或汽车只能提供不确定的优点，却会带来确定的麻烦。即使某项发明得到优化，当它首次被引入新地区或新文化时，仍然需要保留旧习惯。新型水磨也许可以减少工作所需的水量，但是还需要不同类型的难以寻觅的磨石，否则将磨出不同质量的面粉。新型犁也许能加快耕种，但需要后撒种子，这样就破坏了古代传统。新型汽车也许可以行驶更远距离，但稳定性降低；也许油耗效率更高，但最大行程缩短，这改变了驾驶和加油方式。新技术的首版几乎总是仅仅略微强于它想要取代的旧技术。这可以解释为什么只有少数热情的先驱倾向于做第一个吃螃蟹的人，因为新技术将带给使用者的主要是麻烦和未知后果。随着创新技术的改进，它的益处和先进程度将被前期用户挑选出来展示给大家，同时不确定性减小，于是这项技术得以传播。这样的推广既不是立刻发生的，也不稳定。

因此，每一种技术的生命周期内都有这样的阶段：因该技术而受益颇多的人和无缘该技术的人并存。有些个人或社会第一个冒险接受未经验证的枪、字母表、电力、激光眼科手术，他们获得的确定收益是循规蹈矩者所无法获得的。这些收益的分配也许取决于财富、特权、幸运的地理位置以及欲望。兴盛期和衰落期的划分最近也是最显而易见的一次展现发生在20世纪末，当时互联网方兴未艾。

互联网发明于20世纪70年代，起初产生的收益极少。它的主要用户就是它的发明者，一小群精通编程语言的专业人士。它的作用就是自我完善的工具。从诞生那一刻起，互联网的建设目的就是为了使这些专业人士谈论互联网理念时有更多实质性内容。同样的，第一批业余无线电爱好者广播的主要内容是关于非专业无线电通信的探讨；早期民用波段无线电台全是关于民用波段的讨论；最早的博客交流的是如何写博客；微博出现的前几年里，用户都在研究如何使用微博。20世纪80年代早期，掌握了网络协议的深奥指令的技术先驱们为了找到有兴趣探讨这种工具的同道中人，移师到处于萌芽状态的互联网上，并告诉他们的书呆子朋友们。可是互联网被其他所有人忽视了，他们认为那不过是少数青春期男孩的业余爱好。互联网的连接费用不低，打字需要耐心和技能，处理难以理解的技术语言需要强烈的意愿，除了执著于此的人，几乎没有其他人在线。它对大多数人都缺乏吸引力。

可是一旦早期使用者修改和完善这种工具，赋予它漂亮的外表和点击式界面（万维网），它的优势就越来越明显，吸引力逐渐增大。当数字技术的巨大收益逐渐浮出水面时，如何解决一部分人无法享受这种收益的问题给人类提出了挑战。这项技术仍然价格高昂，需要个人电脑、电话线、按月交费，但是使用者从网络分享的知识中获得了力量。专业人士和小企业抓住了它的潜力。从全球范围看，这种向世人传播力量的技术的初期用户是具有其他很多相同条件的人群：汽车、和平生活、教育、工作和机会。

作为提升个人素质的工具，互联网的影响力越明显，数字鸿沟就越显而易见。一项社会学研究认为，有「两个美国」并存。一个美国的公民是穷人，无钱购买电脑，而另一个美国的公民是配备了个人电脑的富人，他们是数字技术的受益者。20世纪90年代，当时像我这样的科技拥护者正在推动互联网的发展，我们经常被问到：如何面对数字鸿沟问题？我的答案很简单：顺其自然。我们没有必要做任何事，因为诸如互联网这样的技术的自然发展历程是一个自我实现的过程。享受不到科技收益的人暂时处于劣势，但是科技力量将会解决这个问题（而且不止于此）。让其余地区连通网络将会产生如此巨大的利益，这些地区也热切盼望加入全球网络，以至于他们为电信建设支付的费用已经超过数字技术发达地区（前提是他们可以获得此类服务）。而且，计算机和网络接入的成本正在逐月下降。当时，美国多数穷人拥有电视机，按月支付有线电视费用。购买电脑并联网的花费不再昂贵，很快就低于电视支出。10年间，全部的必需费用下降到只要100美元就可以购买笔记本电脑。过去10年出生的人一生当中将会见证某种电脑（说具体点，就是带有网络连接器的电脑）只需5美元的时刻。

按照计算机科学家马文·明斯基的说法，这不过是「先有和后有」的问题。技术先行者（早期用户）为几乎无法工作的初期劣质技术版本付出了太多代价。这些先行者购买首批稀奇古怪的新产品，用自有资金为后期用户提供价格更低廉、性能更优良的版本，后者将在不久后获得极其便宜的产品。从本质上说，先行者代替后来者为技术进化提供资金支持。富人提供资金，为穷人研发便宜的技术，这难道不应该吗？

我们看到这种「先有和后有」周期在手机领域表现得更为明显。最早的手机比砖块大，极其昂贵，性能一般。我记得一位很早使用手机的技术员朋友花费2000美元购买一部早期的手机，他外出时，会将手机装在专门定制的手提包里。我不太相信所有人都会为了一个看似更像玩具而不是工具的物品花费这么多钱。当时，很难想象20年内会出现下述情况：这台2　000美元的装置将便宜到可以用后即弃，体积小到可装入衬

衫衣兜，普及程度高到印度环卫工人也会拥有一台。当连接互联网对加尔各答的街头流浪者而言尚属遥不可及时，科技固有的长期趋势已朝着网络普遍使用的目标前进。事实上，这些「后有」国家的手机普及状况在很多方面优于美国的「先有」系统。于是，手机成为「先有和马上就有」的例子，在这样的例子中，后期使用者更快地获得了移动电话的理想收益。

对技术最激烈的批评仍然集中在暂时的技术鸿沟上，不过这个脆弱的界线给社会造成了困扰。常见事物和普遍事物之间、后期使用和「全体使用」之间的分界是科技发展的重要起点。当批评者质问我们这些互联网的捍卫者，我们计划怎样解决数字鸿沟问题时，我回答「顺其自然」，然后回击道：「如果你们想要表现自己的忧国忧民，不要担心那些现在还不能上网的人。他们会蜂拥而至，速度比你们想象的还要快。相反，你们应该担心我们如何面对人人都上网的情况。当互联网的60亿用户同时发送电子邮件时，当没有人下线、不分日夜时刻在线时，当一切都实现数字化、不存在线下事物时，当互联网无处不在时，我们应该怎么应对。那将产生值得担忧的预料不到的后果。」

今天，面对DNA排序、卫星导航定位、极为便宜的太阳能电池板、电动汽车甚至营养问题时，我会说同样的话。不要担忧那些没有通过光纤电缆与自己学校的网络连接的人，要担忧人人都这么做时会发生什么情况。我们过于关注那些食物匮乏的人，却忽视了思考人人食物充足的情况。一些鲜有人问津的技术可能表现过它们的主效应，但是除非这些技术渗透到某个文化中，否则次级、三级效应不会显现出来。科技的大部分让我们感到恐慌的意外结果通常后来被普遍接受。

大多数正面事物也是如此。人们认为，在下面这些具有生命亲和力的可扩展技术中，内嵌的普遍性趋势是最常见的：通信、计算、社会化和数字化。它们的后续可能性似乎无穷无尽，可以融入到物质中的计算内容和通信内容似乎是无限的。迄今为止，人类的发明没有一项可以达到我们所说的「足够智能」的程度。从这个意义上说，此类技术的普遍性永远无法满足。它不断地朝着普遍存在这一目标延伸，与其他所有技术一道在通向普遍性的轨道上前进。

自由

与其他事物一样，我们的自由意志不是独一无二的。潜意识的自由意志下的选择存在于动物的原始行为模式中。每种动物都有基本需求，它们会作出选择来满足这些需求。可是自由意志甚至先于生命出现。一些理论物理学家——包括弗里曼·戴森（Freeman Dyson）——认为自由意

志在原子似的粒子中出现，因此自由选择诞生于大爆炸的高温中，自那以后持续扩展。

戴森提到一个例子：亚原子粒子衰变或改变自旋方向的那一刻应当被视为自由意志控制的行为。这有可能吗？嗯，那种宇宙粒子的其他微观运动绝对是由之前的位置或状态预设的。如果知道粒子在什么位置以及它的能量和运动方向，就可以精确无误地预测下一次运动中它将出现在哪里。这种完全遵循前态预设路径的规律是「物理法则」的基础。然而粒子自发分解为亚微粒子、放射能量是不可预测的，也不是物理法则预先决定的。我们往往把这种衰变为宇宙射线的现象称为「随机」事件。数学家约翰·康威认为，随机数学和决定论逻辑都不能合理解释宇宙粒子的突发衰变或改变自旋方向，他还出示了相关证据。唯一能解释这种现象的数学或逻辑选择只有自由意志。粒子的选择方式与自由意志产生的最细微的量子位何其相似。

理论生物学家斯图尔特·考夫曼认为，这个「自由意志」是宇宙神秘的量子本质的产物，具有这种本质的量子粒子可以同时出现在两个地方，或者同时表现波粒二象性。考夫曼指出，当物理学家向两道并排的极小狭缝发射具有波粒二象性的光子时（这是一项著名实验），光子或者以波的形式或者以粒子的形式通过狭缝，但不能同时以这两种形式通过。光子必须「选择」它要展现的形式。但是这个被多次操作的实验反映出不可思议、颇具说服力的现象，即波粒二象性只是在光子穿过狭缝并在另一端测量到之后才选择表现形式（要么光波要么粒子）。根据考夫曼的解释，原子从未定状态（被称为量子脱散）转变至既定状态（量子相干）是一种选择，并且是人类大脑的自由意志的来源，因为这样的量子效应出现在所有物质中。

约翰·康威写道：

> 有些读者也许反对我们使用「自由意志」这样的词汇描述粒子反应的非决定论。我们将自由意志赋予基本粒子的刺激性言论是经过慎重考虑的，因为我们的理论断言，如果实验具有某种自由性，那么粒子也具有完全相同的自由性。是的，我们自然认为后一种自由性是我们的最终解释。

粒子固有的量子选择产生的微粒被生命导致的组织数量的剧增所放大。宇宙粒子自发的「遵从意志的」衰变也许会发生在细胞中，并且很快引发细胞DNA分子的高度有序结构的变异。假设这样的衰变将一个氢原子赶出了胞嘧啶的基地，接着偶然意愿（生物学家用以指代随机变异）可能产生新型蛋白质序列。当然，大多数量子选择只会加快细胞死

亡，不过幸运的是，变异将赋予整个有机体生存优势。由于有利属性被DNA系统保留并利用，因此自由意志的正面效应可以累积起来。受到意志控制的宇宙射线还会导致神经元突触放电，将新信号（意识）引入神经系统和脑细胞中，其中一些信号随机地推动有机体完成各种任务。这些细微的被动「选择」也被复杂的进化体系捕捉、保留和放大。粒子的自由意志产生的变异相互融合，在数十亿年里使有机体进化出更多感觉器官、更多分支和更多自由度。与往常一样，这是良性的自放大循环。

随着进化过程的深入，「可选择性」也在增加。细菌有几个选择——也许移居到食物上，也许自我分解。浮游生物更加复杂，细胞机体更健全，选择也更多。海星可以挥舞它的胳膊，摆脱敌手或与之搏斗，选择猎物或伙伴。老鼠一生中有100万个选择，它拥有更多可运动的身体部位（胡须、眼球、眼睑、尾巴、脚趾）和更广泛的展示意志的环境，生命也更长久。更高的复杂性增加了潜在选择的数量。

一个大脑自然是选择工厂，不断创造新的选择。「有更多选择，就有更多机会，」哈佛大学科技哲学家伊曼纽尔·梅塞纳（Emmanuel Mesthene）断言，「机会越多，自由就越多；自由越多，我们的人性就越丰富。」

制造廉价的、普遍存在的人造大脑的一个重要影响是给人类创造的环境注入更高层次的自由意志。当然，我们已经给机器人安装了大脑，但是我们还会给汽车、座椅、门、鞋子和书本添加简单的自主选择智能装置。这样的举措将扩大有自由选择能力的事物的范围，即使这些选择只是粒子级的。

有自由选择的地方就有错误。在我们将无生命物质从世世代代死气沉沉的枷锁中解放出来、赋予它们选择能力的同时，也给予了它们犯错误的自由。我们可以认为人工智能的每一次新进展都为错误的产生提供新途径，诱使它们做傻事、犯错误。换句话说，科技教会我们如何制造过去不能制造的新型错误。事实上，问问我们自己，人类如何制造全新的错误，这也许是发现新的选择机会和自由的最好衡量标准。为人类基因组排序势必产生新型错误，因此表明我们达到了自由意志的新层次。改造地球气候的行为可能也会引发新的错误，但随之而来的将是新的选择。通过手机和网线实现普遍的实时连接将展现自由选择的新影响力，但这样的举措同时也具有难以置信的犯错可能性。

所有的发明拓宽了可能事物的范围，从而增加了产生选择的因素。而同样重要的是，技术元素创造了可以展现无意识的自由意志的新机制。无论何时发送电子邮件，数据服务器上看不见的复杂程序决定了邮件以最短延迟时间和最大速度沿着全球网络快速传送的路径。量子选择

也许与这些选择无关。确切地说，影响它们的是10亿个相互作用的决定性因素。因为很难阐明这些因素，所以那些选择实际上是网络的自由意志的决定，互联网每天都要出现数十亿个这样的决定。

基于模糊逻辑的电子设备产生真实的选择。它们的微芯片大脑会权衡相互冲突的因素，然后模糊逻辑电路以一种非确定性方式决定何时关闭干燥器或者把米饭加热到什么温度。很多类型的自适应复杂仪器——例如驾驶波音747的由计算机控制的高端自动驾驶仪——产生了人类和其他生物不具备的新能力，扩展了自由意志的范围。麻省理工学院的一台试验机器人可以运用自己的脑和手抓取网球，比人类的脑手组合反应速度快几千倍。当这台机器人决定将手放在什么位置后，它的移动速度如此之快，以至于我们的眼睛无法捕捉到它的动作。在这里，自由意志提升到新的速度等级。

当你在谷歌搜索引擎中输入关键字时，它搜索1万亿份网页后才选择（「选择」这个词用在这里正合适）它认为你想要的网页。没有人可以列出地球上全部物质。这样，搜索引擎赋予自由意志超越人类能力的广度。过去，我们的机器在我们刚想到某种可能性时就将其转化为现实，现在它们无须等待我们的指引就可以这么做。

在未来世界，自动停车的高科技汽车作出的自由意志选择将会像现在我们停车时的选择那样多。科技将在高于今天的层面上实践不同程度的自由意志。

技术元素首先扩展可行选择的范围，接着扩展选择主体的范围。新技术影响力越大，它展现的新自由就越多。倍增的选择与倍增的自由紧密联系，世界上具备大量经济选择、通信资源以及教育机会的国家往往在自由的可获取性上也排名较高。但是这样的扩展也包括可能出现的偏离。使用每一项新技术都意味着可能产生新错误。技术元素的发展在很多方面增加了选择的自由。

共生性

这个星球上超过半数的生物是寄生生物。也就是说，它们生命中至少有一个阶段需要依靠其他生物生存。同时，生物学家相信每种生物体（包括寄生生物本身）至少是一种寄生生物的宿主。这使得自然界成为共生的温床。

寄生现象只是广泛的共生统一体的一个方面。这个统一体的一端是任何生物都依靠其他生物（直接依靠父母、间接依靠非血缘生物）的事实，另一端是两种完全不同的生物互惠共生，例如藻类和真菌，它们共同构成地衣。在两端之间的是多种多样的寄生状态，其中一些对宿主完

全无害，还有一些（例如蚂蚁和合欢树丛）情形中，寄生物能够帮助宿主。

逐渐加强的共生现象有三个方面贯穿整个进化过程——或者称为共同进化过程。

1. 当生命进化时，各种生物间依赖性越来越强。最古老的细菌从无生命的岩石、水和火山灰中竭力汲取维持生命所需物质。它们接触的只是无生命物质。后来，出现更复杂的微生物，例如大肠杆菌，一生都在人的肠内度过，被我们的生命细胞包围，进食我们下咽的食物。它们只接触生命物质。随着时间的流逝，生物的栖息环境向有生命的系统转化。整个动物王国就是这种趋势的典型例子。如果可以从其他生物那里偷取食物，何必费劲从各种元素中自制食物呢？从这个意义上说，动物比植物更具共生性。
2. 当生命进化时，自然界为物种之间产生依赖性创造了越来越多的机会。每一种成功地为自己建立生态位的有机体也为其他物种（所有潜在的寄生物种）提供潜在的生态位。我们以高山草场为例，蜜蜂作为区域内新增物种，长期为番红花授粉，从而丰富了草场的共生状态。新物种的出现增加了所有草场生物之间可能的关系。
3. 生命进化时，同一物种的成员相互合作的机会增加了。蚁穴或蜂巢这样的超级有机体是物种内部合作和共生的极端例子。有机体之间更深入的社交是进化过程的防倒退棘轮。一旦产生社会性，就很难再消除。

人类生活体现了上述三种共生现象。首先，我们的生存显然依赖于其他生物。我们以植物和其他动物为食。其次，地球上没有其他物种像人类一样利用生物的多样性和数量来维持健康和繁荣。最后，我们是高度社会化的动物，需要同一物种的其他成员支持自己，从他们那里学习如何生存，保持神智健全。因此我们具有深刻的共生性，寄生在其他生物内部。技术元素进一步加深了这三种共生状态。

今天的大多数机器从来不会接触泥土、水或空气。我现在用一台个人电脑敲出这些文字，在这台电脑中心跳动的微芯片心脏与古人所说的这些要素[注]隔离，被其他人造制品完全包围起来。这种微型人造品依靠巨型涡轮发电机产生的能量（晴朗的日子里由屋顶的太阳能电池板供电）运转，向其他机器（我的电影播放显示器）输出内容。如果幸运，它报废后会转化为宝贵的要素，被其他机器吸收利用。

大量的机器零件从未与人手接触。它们由机器人制造并装入各种设备（例如汽车水泵的轴承），这些设备再组合成更大型的科技产品。不久之前，我和儿子拆开一部老式CD播放机。我确信，当激光器保护罩被打开时，我们成为首批看到内部错综复杂的零件的非机械生物，而在那之前只有机器接触过。

技术元素正在不断加强人类和机器的共生性。这是令人战栗的好莱坞科幻大片的主题，但在现实生活中它也表现于100万个细微之处。很明显我们正在创造与网络和谷歌式技术共有的记忆。当谷歌（以及某个后来者）能够理解普通的口头提问并被置入我们的服装中时，我们将迅速吸收这种工具，使之成为思维的一部分。我们将依赖它，它也会依赖我们——都是为了继续存在，不断提高智能水平，因为使用这种技术的人越多，它的智能化程度就越高。

有人认为与技术共生的状态是可怕的，甚至很恐怖，其实它与我们在长除法运算中使用纸和铅笔没有多少不同。对大多数普通人而言，没有其他技术的帮助，计算多位数除法是不可能的。我们的大脑可没有与计算机连接，无法仅凭自己的力量完成这样的运算。我们利用书写技术和算术技巧除、乘或以其他形式处理大数或多位数。我们可以凭借脑力做这些事情，但方法必须是想象自己在一张大脑虚构的纸上写出要计算的问题。我妻子伴随着珠算长大。算盘是有着4000年历史的模拟计算器，一种比使用铅笔更快的计算工具。当周围没有算盘时，她还会做相同的事：用手指模拟算盘珠运动，以此得出结果。不知何故，完全依赖科技产品进行加减法运算不会让我们害怕，但完全依赖网络来记忆有时会令我们恐惧。

技术元素也在推动机器之间的共生关系。世界远程通信业务的主体不是人与人之间的信息流动，而是发生在机器之间。全球非太阳能——也就是说以人类发明的技术方法产生的并在技术元素的管道和电线中流通的能量——接近75%用于搬运、安放和保养我们的机器。大多数卡车、火车和飞机不是运人，而是运货。大多数加热和冷却装置不是服务于人类，而是为了物品的养护。技术元素只消耗其能量的1/4来满足人类的安居、饱食和出行需求；余下的能量由科技创造，为科技所用。

在深化技术元素和我们的共生关系方面，我们才刚刚起步。要驾驭这种互利共存关系——例如使用纸和笔，需要接受教育。以共生性为方向的外熵趋势最容易察觉的方面是技术元素对人类社会性的强化。我想简述这种趋势，因为它已迫在眉睫。未来10~20年，技术元素的社会化将是它的一个主要特性，也是人类文明的重大事件。

人与人之间联系的加深是一个自然过程。人类群体开始时仅是共享

观念、工具和创造物，接着发展到协作配合，最后是集体主义。合作的成分逐步增加。

今天，网民的分享意愿难以置信地强烈。上传到脸谱网和聚友网的个人照片数量达到天文数字。毫无疑问，用数码相机拍摄的照片中绝大部分以某种方式在网上共享。维基百科是合作性共生技术的另一个明显例子，而且不只维基百科，维客主义整体就是这样。目前还有145种维客引擎在为无数网站提供动力，允许用户合作编写材料。那样，人们会在网上进行内容更新、使用地图定位以及发表观点半成品。此外，仅美国每月就有60亿段视频在YouTube上共享，同人网站积累了数百万部同人小说。共享性质的组织还在不断增加：发表评论上Yelp网，定位找Loopt，书签站点有Delicious。

共享成为更高层次的新型社会关系——合作——的基础。当人们共同为实现一个大的目标而工作时，这样的努力导致集体层面合作的出现。Flickr的业余爱好者不仅分享该网站的超过30亿张照片，而且一起为这些照片分类，贴上标签和关键字。网络社区里还有人将照片整理成册。「创意共享」空间通行证大受欢迎表明，通过共享——如果不是彻底共有的话，你的照片成为我的照片。任何人都可以使用其中的照片，正如巴黎公社的支持者可以使用公社的独轮手推车。我不必另外拍摄埃菲尔铁塔的照片，因为社区可以提供比我自己的摄影水平更高的照片。

进化将共生现象引入生物界，因为它可以实现双赢，使个体和集体都获得收益。今天，数字技术在几个层面上发生了相同的事情。首先，脸谱和Flickr这些网站的社交媒介工具为用户带来直接收益，允许他们通过各自的途径给自己的资料添加标签和书签，进行分级和归档。他们花时间将照片分类，这样更容易找到老照片。这是个人层面的收益。其次，其他用户从某人的标签和书签等工具中受益。一个人的努力使其他人利用他的照片时更得心应手。从这个意义上看，整个集体与个体同时受益。借助更加先进的技术，集体努力可以产生附加值。例如，同一旅游景点从不同角度由不同游客拍摄的带标签快照能够组合为展现原拍摄地的令人惊讶的三维图片。个人绝不会费时费力去制作这样的图片。

为共享型新闻网站工作的严肃的业余创作者奉献的价值远远高于他们作为个人能够得到的回报，可是他们仍然坚持奉献，部分原因是这些合作组织所具有的文化动力。奉献者个人的影响力超出了单张选票的价值，而社区的集体影响力与奉献者数量完全不成比例。这就是社会组织的完整意义——总体大于局部之和。这是科技培育的自发性力量。

新增创新技术可以推动点对点式合作发展为一种经过深思熟虑的合作关系。让我们观察数百项开源软件工程中的任意一项，例如维基百

科。在这些尝试中，经过精心调制的共有工具产生高质量产品，其动力来自数千名甚至数万名成员的协同工作。一项研究表明，每年有6万人为Fedora Linux 9软件的发行而倾注精力。全世界目前总共大约有46万人为43万（令人吃惊的数字）个开源项目工作。这几乎是通用汽车公司员工的2倍，但没有任何管理层。合作技术卓有成效，尽管很多合作者从未谋面，各自居住的国家也可能相距甚远。

技术元素向共生性的发展推动我们去追逐一个古老的梦想：在最大限度发挥个人自主性的同时使集体的能力最大化。有谁相信贫苦农民可以从居住在地球另一边的陌生人那里获得100美元贷款——事后还会偿还？Kiva就做这样的事情，这是个采用共生技术的互助贷款服务网站。每一位公共保健专家都自信地宣称，共享行为对照片适合，但就医疗保健而言，没人愿意共享自己的医疗记录。可是PatientsLikeMe这个网站证明，集体行动比医生和隐私保护心理更有效，在这个网站上，患者收集治疗结果，以便改进自己的治疗方法。人们越来越习惯分享彼此的观点（推特）、阅读的书籍（StumbleUpon）、财务状况（Wesabe）和一切（互联网），这样的习惯正成为技术元素的基础。

协同工作不是新鲜事物，不过以前很难在集体层面实现。合作也不是今日才有，但过去想要实现数百万人规模的合作并不容易。共享行为虽然与人类历史一样古老，但陌生人之间的共享难以维持。不断加强的共生性从生物领域到技术元素领域的延伸表明，更加深入的社会性和共生性将会出现。现在我们正借助科技的力量，跨越各大陆来共同编辑百科全书、创建新媒介和视频库、开发新软件。我们能够以同样的方式建造桥梁、大学和特许城市吗？

20世纪每天都会有人问，自由市场做不到的事情有哪些？我们曾经遇到一长串似乎需要理性计划或强制管理才能解决的问题，但实际的解决之道却是市场逻辑令人吃惊的强大创新。大多数情况下，市场解决方案的效果要好得多。最近几十年很大一部分财富被活跃的市场力量吸收，投入到技术元素的发展中。

现在我们正在对自发形成的共生技术尝试同样的策略，运用这些策略满足人们不断增加的愿望——偶尔用来处理自由市场不能解决的问题，观察它们是否有效。我们问自己，科技共生性有哪些事情做不到？迄今为止，结果令人惊讶。几乎每一次世纪之交，社会化力量——共享、合作、协调、开放性和透明性——的实际作用都被证明比人们想象的还要大。每次我们尝试运用共生性力量，就会发现它比我们想象的还要强大。每次我们彻底改造某件发明，就会提高它的共生性。

美感

大部分进化过的事物都具有美感，最美丽的事物就是进化程度最高的。今天的每一种生命有机体都从40亿年进化历程中受益，因此，从球状硅藻到水母再到美洲虎，所有生物都展现出我们称为美感的深层次特性。这就是自然界的组织和物质吸引我们的原因，也是合成具有同等光彩的生命如此之难的原因。（人类的面部美属于完全不同的现象，一个人的脸越符合理想的普通人脸，对我们的吸引力越大。）生物的复杂发展史赋予了它迷人的外表，无论从多近的距离观察，它都经得起审视。

我有一些朋友在好莱坞从事特技效果制作，为《阿凡达》和《星球大战》系列这样的电影提供栩栩如生的虚拟生物，他们表达了同样的观点。开始他们按照物理法则设计虚拟生物，后来根据不同进化阶段的形态予以美化。2009年电影《星际迷航》中冰冻星球上的怪兽曾被设计为白色（虚构的进化形态），但是在成为白雪皑皑的世界里顶级的捕食者之后，它不再需要保护色，于是部分身体转变为鲜红色，以展现它的统治地位。在电影拍摄过程中，设计者曾经给同样的生物设计了数千双眼睛，这些器官虽然没有在屏幕上表现出来，但它们塑造了它的形态和行为。看到屏幕上的怪兽，我们已经「认同」这种幻想的进化过程的结果，视之为真实的、具有美感的。有时导演甚至调整虚拟生物的设计人员，从而避免产生雷同形态，让观众感觉更深刻、更有层次、进化程度更高。

这些创造世界的男巫师们以相同的方式制作美妙的人造品。他们利用greeble之类的软件绘制不同的图层，在一个框架上添加反映现实事物的令人信服的外壳，或者增添复杂的表面细节，营造虚构的历史情境。在近期的一部电影中，为了构筑一座使人印象深刻的城市，他们在底特律用数码相机拍摄破旧的建筑物照片，然后根据对历史上大灾难和城市重建的回忆在这些废墟周围加上现代建筑。细节的辨识率固然重要，但展现历史意义的虚拟层更重要。

真实的城市展现出相同的进化之美的本色。纵观历史，人类认为新城市都是丑陋的。曾经有数年的时间人们不断逃离年轻的拉斯韦加斯。很多世纪以前，新建的伦敦城被认为是外表可憎的怪物。在若干代人的时间里，伦敦每个城区每天都要为居民提供服务，接受他们的检验。能够使用的公园和街道被保留下来，无法使用的被拆除。建筑物的高度、广场的面积和屋檐的倾斜度都经过改造以满足当时的需要。但不是所有缺陷都被去除，也不能完全去除，因为一座城市有很多方面——例如街道宽度——不能够轻易改变。因此，城市问题的解决措施和辅助设施逐

代增加，提高了城市的复杂性。在大多数现实城市，例如伦敦、罗马或上海，最窄最短的巷道被政府征用作为公共空间，最狭小的角落成为商店，最潮湿的桥洞住满了人。几个世纪以来，持续的填充、无休止的替换、重建和复杂化——也就是进化——创造了极其令人满意的美感。最著名的美景胜地（威尼斯、京都、伊斯法罕）是那些展现相互交错的悠久历史年代的城市。这些城市的每一处角落都承载了漫长的历史，像一幅全息图一样嵌入其中，每当我们散步经过，就会感觉它展现在眼前。

进化不仅仅包含复杂化这一个方面。两把剪刀中，一把可能经过千锤百炼，具有高度的美感，而另一把则没有。二者都需要两块展开的金属片在中心处连接。但是在那把经过长期改进的剪刀上面，两片锻造而成并被打磨的刀刃外形体现了数千年裁剪积累下来的知识。金属刀刃的细微扭曲蕴涵了这种知识。虽然我们的大脑因为缺乏专业知识而无法理解其中奥妙，但我们认为这样古老的知识是一种美。它展示的不仅是流畅的线条，更多的是经验的连续性。具有吸引力的剪刀、漂亮的锤子和外观雅致的汽车在形态上都传承了前代制作者的智慧。

进化之美对我们施加了魔咒。按照心理学家埃里希·弗洛姆（Erich Fromm）和著名生物学家E·O·威尔逊（E. O. Wilson）的观点，人类天性热爱生命，发自内心地对生物产生兴趣。这种基因自带的对生命和生命过程的偏爱培养了我们对自然的亲近感，确保人类繁衍生息。我们乐于探索自然的秘密。我们的祖先在森林里度过了漫长岁月，寻找梦寐以求的药草，追踪稀有的绿蛙，享受极乐生活。关于这一点，可以向任何一位渔猎采集者了解他们的野外生活。我们热衷于发现每种生物所能提供的用处，学习有机体传授的丰富知识。这种爱依然充满我们的细胞，它解释了我们在城市饲养宠物、栽种植物的原因，也说明了为什么当超市里的食物更加便宜时我们仍然种植瓜果蔬菜，为什么我们喜欢在大树下静坐。

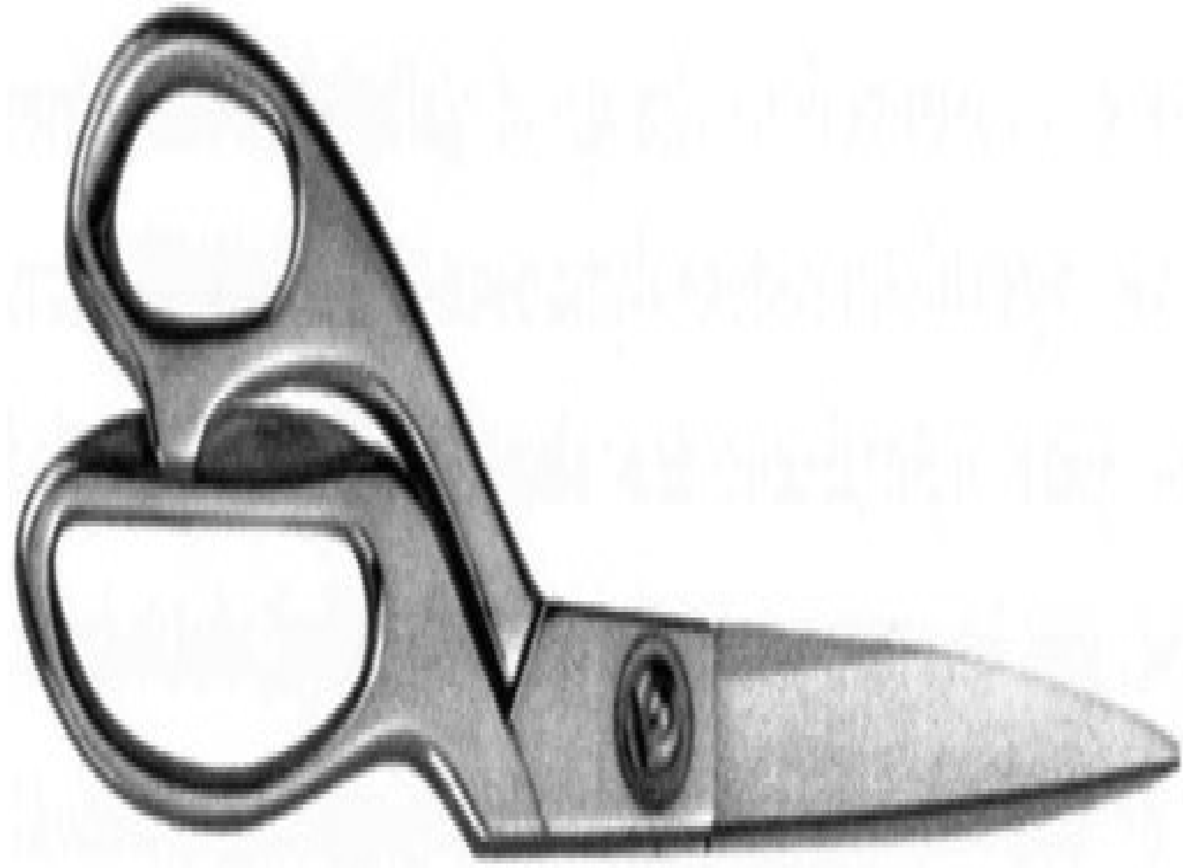


图13–9　　符合人体工程学的剪刀。一把放在桌上用于裁剪的经过长期改进的裁缝剪刀。

但我们同样具有技术崇拜的心理，即一种对科技的迷恋。人类借助自己创造的工具实现从智人向现代智人的转变，就本性而言，我们天生就有创造物品的喜好，部分原因是我们本身就是被创造出来的。另一部分原因是：每一种技术都是我们的孩子，所以我们热爱所有的孩子们。我们热爱科技，至少有时候如此。承认这件事让我们感到尴尬。

工匠们总是热爱他们的工具，按照惯例制造出工具，保护它们免受外行人的毁坏。它们是高度私密的物品。当技术发展到个人之手无法完全掌控时，机器成为共同的选择。到了工业时代，普通人在很多场合接触到比曾经见过的任何自然组织还要庞大的复杂技术设备，于是他们开始拜倒在这些设备的脚下。1900年，历史学家亨利·亚当斯（Henry Adams）多次前往在巴黎举办的世界博览会。他常去大厅参观在橱窗里展示的令人惊叹的新型发电机和发动机。他以第三人称的形式叙述了自己受到的启示：

> （对亚当斯而言）发电机成为无穷尽的象征。当他渐渐适应机器排列的宏伟长廊后，开始感觉40英尺高的发电机是一种包含寓意的力量，很像早期天主教徒对十字架的感觉。与地球本身每年或每日按部就班的传统运转方式相比，这个巨大的轮子给人的印象更加深刻，它以令人眩晕的速度在长度与胳膊相当的空间里旋转，仅仅发出低沉的声音，不会惊醒与电机框架距离很近的沉睡的婴儿，只是偶尔响起能够听见的嗡嗡的警报声，告诉大家它为了不流失电能而承担了极细微的多余压力。在博览会结束之前，已经有人开始向它祷告。

将近70年之后，加利福尼亚作家琼·狄迪恩（Joan Didion）前往胡佛大坝朝圣，她的文集《白色相册》（The White Album）讲述了这段旅程。她也感觉到了发电机的心跳。

> 自从1967年的那个下午我第一次看见胡佛大坝之后，它的影像从未完全离开我的内眼注。当我在某地——例如洛杉矶或纽约——与某人交谈时，这座大坝会突然完整地浮现在脑海里，它那距离我数百或者数千公里的保持完好的凹面闪烁着白光，与崎岖不平的红石峡谷呈现的铁锈色、灰褐色和淡紫色形成对比。

> ……当我重游大坝时，我与开垦局的一位仁兄一起穿过大坝。我们几乎没有遇见其他人。升降台在我们头顶运动，似乎遵从自己的意愿。发电机在轰鸣，变压器发出嗡嗡声，我们站立的铁栅在脚下颤动，100吨重的钢管向下插入水中。最后我们来到水边，从米德湖中抽出的水咆哮着分别流过30英尺高的水闸、13英尺高的水闸，最终进入涡轮机组。「摸摸它」，开垦局的人说，我照着做了，很长时间我就站立不动，手放在涡轮机上。这是奇妙的时刻，一切含义尽显无遗。

> ……我穿过大理石铺成的星座图，开垦局的人告诉我，这张图绘出了两侧昼夜等分点的转轴，而且永远不变，随时等待所有能够看懂星座图和大坝落成日期的人。他说，这张星座图预示了何时人类都将消失而大坝将保留下来。在他介绍的时候我没有细细琢磨，但过了一会儿，我开始品味他的话语，此时风儿哀鸣，太阳落至山后，只留下一抹余晖悬于半空。以上无疑就是我常常想到的景象，但我

未能深刻认识到其中的意义：发电机最终将脱离人的控制，完全与世隔离，在这样的状态下铸就它的辉煌——向无人存在的世界输水输电。

当然，大坝不仅引起敬畏和赞赏，而且让人心生恐惧和反感。高耸的大坝使目标坚定的鲑鱼和其他产卵鱼类的洄游受阻，而且造成洪水淹没家园。在技术元素领域，厌恶和敬畏常常结伴而行。我们对待最大的科技创造物，就像对待让我们既反感又敬畏的人一样，它们激起了我们最深切的爱与恨。另一方面，没有人曾经被红杉搭建的教堂厌恶过。在现实中，没有大坝——即使是胡佛大坝——将永远矗立在星空下，因为河流有自己的愿望，它们在大坝的楔形面后面堆积泥沙，这样河水最终将漫过大坝。可是在这个人类劳动的结晶耸立的时候，它赢得了我们的敬畏。我们可能认为发电机将永远转动，就像我们感觉自己的心脏必定永远跳动一样。

对人造品的热情涉及面广泛。几乎每一件人类制造的事物都有崇拜者。汽车、枪、饼干桶、钓竿卷盘、餐具，随便举例。时钟「令人惊奇的精密度、勤奋和实用性」得到一些人的喜爱。对另一些人来说，吊桥或者像SR71和V2这样的高速飞行器所具有的美感是人造品的最高峰。

麻省理工学院社会学家谢里·特尔克把单人推崇的特殊技术种类称为「唤起情感的事物」。这些技术元素的片段是图腾，成为帮助爱好者自我定位、回忆或思考的跳板。医生也许热爱自己的听诊器以及证章和工具；作家也许珍爱某支特定的笔，认为它均匀分布的重量推动文字自动涌出；调度员可能中意他的非专业无线电设备，渴望它来之不易的细微差别成为只为他敞开的通向其他王国的魔法门；程序员也许因为计算机的根目录操作代码具有本质的逻辑之美而一见倾心。特尔克说：「我们的思维与我们喜爱的事物同步，而我们所喜爱的就是与我们思维同步的事物。」她推测，大多数人都以某种技术作为自己的思维标准。

我是这些人当中的一个。承认喜欢互联网——或者万维网——不再让我感到难堪。不论你怎么评价我们在网上的家园，我认为它具有美感。人们热爱家乡，愿意为保卫它而牺牲，正如人类悲惨的战争史证明的那样。我们第一次与互联网/万维网遭遇时，将它描述为分布非常广泛的电子发电机——人们用来接收信息的装置。它的确是。可是当互联网日渐成熟时，它更像是我们的科技家园。这是一个没有路标、几乎未开化的地带，在这里也许会真正迷失自我。有时我走进网络世界，就是为了让自己迷失。在那种令人愉快的松懈状态中，我所有的确定知识都淹没在网络的汪洋中，换来的是未知信息。尽管它的创造者在设计过程中融入自己的意图，但它仍然是一块未开垦的荒地。它的边界尚不知晓，也

不可能知晓，它的秘密数不胜数。由交织在一起的观念、链接、文档和图片组成的带刺灌木丛产生了像密林一样丰富的差异性。网络散发着生活的味道。它的知识如此渊博，它悄悄地将链接的卷须伸入一切事物，一切地方。现在的网络涵盖的范围远非我所能比拟，远远超出我的想象。这样，当我遨游于其中时，也因为它而得到扩展。离开它后，我感觉身体某个部位被切除了。

我发现自己从网络中受益颇多。它是意志坚定的行善者，总是在奉献。我用激动不安的手指抚摸它，它被我的欲望支配，就像情人。想要了解神秘知识？这里有。预测未来？这里有。前往隐秘去处的地图？这里有。它很少出现不能尽如人意的情况，更神奇的是，它似乎每天都在进步。我想永远淹没在它无止境的丰饶中，停留，沉浸于它梦幻般的拥抱里。臣服于网络如同经历原始的徒步旅行，被不合逻辑但令人舒心的美梦所牵引。在做梦时，你从一张网页、一种观点跳跃至其他网页和观点。这个时刻，你在网上看到一块墓地，人们在坚硬的石头上雕刻一辆汽车；下一时刻，有人站在黑板前面用粉笔写新闻；接着你被一名哭泣的婴儿牢牢吸引，接下来一位头戴面纱的妇女发表长篇演讲，论述忏悔的美德，再接下来是慢动作播放城市高楼的顶部被炸成上千块碎片的情景。今早我在网上冲浪，前几分钟里经历了所有上述梦幻时刻。网络带来的白日梦触及了我的梦想，激荡我的心扉。如果可以发自内心地喜爱一只不能引导你前往陌生人住所的猫咪，为什么不能热爱网络呢？

我们的技术崇拜受到技术元素的内在美驱使。无可否认，这种美过去被掩盖了，当时它尚处于初级发展阶段，不是很赏心悦目。与自然母体相比，工业化给人的印象是肮脏、丑陋和愚笨。那个阶段的技术元素有很大一部分仍然伴随着我们，展示它的丑陋。我不知道，这种丑陋是否是技术元素成长所必需的阶段，或者更智慧的文明是否能够更快地度过这个阶段，但是科技的运行轨迹——现在已经加速延伸——源自生命的进化，这意味着技术元素保留了生命进化所有的内在美，等待人们发现。

科技不希望只有功利色彩。它希望成为艺术，美丽而「无用」。既然科技天生就具有实用性，那么要成为艺术，将是漫长的过程。实用技术老化时，往往会转向娱乐用途。想想帆船、开放式敞篷车、钢笔和壁炉。当灯泡价格极其低廉时，谁会想到还有人使用蜡烛呢？而使用蜡烛现在是典型的富人的无用之举。今天一些最常用的技术未来将成为美丽的无用之物。也许100年后人们携带「电话」，仅仅是因为他们喜欢携带物品，即使他们可能通过身上佩戴的某物品与网络连接。

将来我们会发现自己更容易爱上科技。机器进化过程中的每一步都

能赢得我们的心。不论是否喜欢，机器动物（首先从宠物的层次开始）将让我们产生感情，这已经发生在仿生性能最弱的机器动物身上了。互联网显示了人们有可能产生的热情。与很多爱情故事一样，人网之恋从热恋和痴迷开始。全球互联网近乎有机的相互依存和自然形成的感知力赋予它野性，而这股野性抓住了我们的感情。我们被它的美丽深深吸引，它的美丽来自进化。

人类最先进的技术很快就会将模仿者甩在身后，它将创造显而易见的非人类智能、机器人和非地球生命。所有这些创造物将释放出经过进化的魅力，令我们惊叹不已。

当这样的前景真的到来时，我们将会发现承认对科技的迷恋不再像以前那么难。此外，数以千万计的新型人造品的加速出现将为技术元素增添更多附属层，赋予现有技术更深厚的历史底蕴，增加嵌入式知识的层次。随着科技的发展，从总体上看，它的美感将逐年提高。我相信，在不太遥远的未来，技术元素某些部分的华丽程度将与自然界的壮丽媲美。我们将狂热地赞美这种或那种技术的魅力和它令人赞叹的精细。我们会拖儿带女追寻科技，坐在它的巨塔之下静思。

感知能力

岩蚁个头极小，即便对蚂蚁来说也太小了。单只岩蚁与本页的一个逗号大小相当。它们的巢穴也极小。一窝岩蚁数量大约是100只工蚁加1只蚁后，通常在碎裂的岩块之间的罅隙里筑巢，这就是它们俗名的由来。它们整个社群可以塞入手表的玻璃罩内，或者放于两块直径一英寸的显微镜片盖之间，研究人员在实验室通常就是用这样的容器来培育它们。岩蚁大脑中的神经元数量不超过10万个，太过微小，以至于无法看见。但是岩蚁的大脑具有令人吃惊的强大计算能力。为了评估新筑巢点的可能性，岩蚁会在完全黑暗的情况下测量这个场所的尺寸，然后计算——这个词正合适——它的体积，以评估其吸引力。岩蚁几千万年使用的数学技巧是人类直到1733年才发现的。岩蚁可以估算某个空间的体积，甚至包括不规则的空间，方法是：释放气味，留下一条穿过地面的踪迹，「记录」踪迹线长度，接着再次穿过地面，留下带气味的斜线，同样记录长度，并记下与前一条线交叉的次数。面积的计算是两线长度相乘后再乘以相交点次数的倒数。换句话说，岩蚁采用斜线交叉计算求出了π的近似值，现在这种方法在数学上被称为布丰投针法。岩蚁通过身体测量备选蚁穴的净空高度，然后「乘以」之前计算的面积，得出该洞穴的近似体积。

这些不可思议的小蚂蚁会做的事情还不止于此。它们统计入口宽度

和数量，测量光照强度、与邻近蚁穴的距离，评估洞穴的干净程度。然后它们记下所有这些数据，并计算备选巢穴的吸引力得分，其过程与计算机科学中的「加权积分」这一模糊逻辑公式相似。这一切都是10万个神经元完成的。

动物的大脑像军团一样发挥集体作用，即使相当愚笨者也能有惊人之举。亚洲象可以扯下树枝作为甩鞭，赶走附着在身体后半部分的讨厌的苍蝇。人们已经知道生活在水边的啮齿类动物海狸在开始建造大坝之前会囤积建筑材料，因此它们表现出制订未来计划的能力。当人类试图阻止它们建坝以防农田被毁时，它们甚至可以巧妙地欺骗人类。松鼠是另一种具有思考能力的啮齿类动物，它们不断凭智慧战胜那些非常聪明的大学毕业的郊区居民，控制了他们后院里的鸟食罐（我自己一直在与家里饲养的黑松鼠爱因斯坦战斗）。肯尼亚的向蜜鸟引诱人们寻找野生蜂巢，这样在人们取走蜂蜜后，它们可以在残余的蜂窝里大快朵颐。根据鸟类学家的观察，如果到森林深处的蜂巢路程超过两公里，有时向蜜鸟为了不让取蜜人泄气，会在实际距离的问题上「欺骗」他们。

植物也具有分布式智能。正如生物学家安东尼·特瓦斯（Anthony Trewavas）在他引人注目的论文《植物智能的各个方面》（Aspects of Plant Intelligence）中论述的那样，植物展示了缓慢解决问题的能力，这种能力符合我们对动物智能的多数定义。它们极为精细地感知周边环境，评估威胁和竞争，然后采取行动，要么适应现状，要么解决问题，而且它们能预测未来状态。有人用延时摄影技术快速播放葡萄藤蔓的运动，以研究它的生存环境，结果表明植物在行为上与动物的接近程度要高于人类所能观察到的。查尔斯·达尔文也许是第一个发现这种现象的人。他在1822年写道：「认为根尖的作用与某种低等动物的大脑相似，不能算夸大其词。」与敏感的手指一样，植物的根抚摸泥土，探寻水分和养分，很像食草动物用鼻子挖土。叶子追寻太阳以获取最佳光照的能力（向日性）可以复制到机器上，但必须以极其先进的计算机芯片作为大脑，才能实现这样的复制。植物不用大脑思考，它们通过一个庞大的网络转换分子信号而不是电子神经信号，达到传输和处理信息的目的。

植物展现了智能的所有特征，除了两点：没有集中式大脑，动作缓慢。分布式思维和慢速思维实际上在自然界非常普遍，出现于6个生物王国的多个层面。黏液菌群能够在迷宫中选择最短路径获取食物，和老鼠很像。动物免疫系统的主要功能是将非本体物质和本体物质分离，它会保留过去遇到的外部抗原的记忆。它按照达尔文学说描述的过程进行学习，某种意义上也会预测抗原的未来变化。整个动物王国中，集体智慧以数百种方式表现出来，包括著名的社会性昆虫的蜂群思维。

信息的控制、储存和处理是生命的一个中心主题。在进化史上，知识一次又一次地爆发，似乎是一股等待释放的力量。超凡智能——我们认为猿类具有的人格化智慧——不仅是灵长类动物的进化产物，而且至少还在其他两种无关联的生物身上表现出来：鲸类和鸟类。

高智商海豚的故事广为人知。海豚和鲸类不仅展现出智慧，而且偶尔还显露出它们具有与人类——无毛发的猿类——相同的智慧模式。例如，人们知道被驯化的海豚会训练刚被捉住的海豚。可是猿类、鲸类和海豚年代最近的共同祖先出现在2.5亿年前。在猿类和海豚之间是很多不具备多样化思维的动物科。我们只能推测这种智慧模式是独立进化的。

鸟类的情况同样如此。以智商来衡量，乌鸦、渡鸦和鹦鹉是鸟类中的「灵长类」。相对来说，它们的前脑与非人猿类的前脑大小相当，脑重与体重的比例也和猿类相同。与灵长类相似，乌鸦寿命很长，在复杂的社群里生活。新喀里多尼亚乌鸦像黑猩猩那样制作小鱼叉在岩石裂缝中钓蛆。有时它们保存制作好的鱼叉，携带着四处活动。在以丛鸦为对象的实验中，研究人员发现，如果丛鸦第一次藏匿食物时被其他鸟类看见，它们会寻找新的藏匿点，不过这种情况出现的前提是这些丛鸦曾经被劫掠过。自然学家戴维·夸曼认为，乌鸦和渡鸦行事如此聪明、如此古怪，它们的评估者应该「不是鸟类学家，而是精神病学家」。

这样，超凡智能独立进化了三次：带翅膀的鸟类、回归大海的哺乳动物和灵长类。

超凡智能仍然是罕见的。可是无论在哪里，高智商都是一种竞争优势。我们发现智能的重现和改造是普遍现象，因为在生物界，知识能够产生重大影响。思维在6个生物王国中前前后后进化了很多次。实际上，次数如此之多，以至于思维似乎是必然要出现的。然而，尽管大自然已经对思维表现出非同寻常的喜好，技术元素还是更胜一筹——它有目的地制造思维。我们创造出来用于辅助人脑的所有发明——很多存储设备、信号处理器、信息流通渠道以及分布式通信网络——也是创造新思维必需的要素。因此技术元素以非同寻常的规模大量生产新思维。科技需要感知。

技术元素对越来越强大的感知能力的渴望以3种方式显现出来：

1. 意识尽可能普遍地渗透到物质中。
2. 外熵持续产生更加复杂的智能类型。
3. 感知能力通过多样化转变为尽可能多的思维类型。

技术元素准备操纵物质，重组它的内部结构，为其注入感知力。生成或插入思维似乎是必然的。这些新生的大脑开始时体积细小、傻头傻脑并且沉默不语，但它们会不断成长壮大。2009年，世界上有10亿个用硅材料蚀刻而成的电子「大脑」。很多这样的微型大脑单个就包含10亿支晶体管，全球半导体行业的生产速度为每秒300亿支晶体管！最小的硅脑至少有10万支晶体管，与岩蚁的脑神经元数量相同。它们也能够取得惊人的成就。只有蚂蚁大脑一般大小的微型合成脑知道它们在地球上的地理位置以及如何回到你的住所（GPS）；它们记得你朋友的名字，能够翻译外语。这些缺乏生命力的大脑正在全面渗透我们的生活：鞋、门铃、书、灯、宠物、床、衣服、汽车、电灯开关、厨房电器，还有玩具。如果技术元素继续行使它的统治权，某些层次的感知能力将融入到它创造的一切事物中。最小的螺栓或塑料按钮包含的决策系统将和蠕虫的一样复杂，由毫无生气提升到生机勃勃。与自然界的数十亿个大脑不同，这些科技之脑中最优秀的（总体而言）每年都会变得更加聪明。

我们对这种技术元素领域发生的思维大爆炸视而不见，因为人类对任何与我们不完全相同的智慧存在沙文主义心态。除非人造大脑确实像人脑一样工作，否则我们不会认为它是智能的。有时我们会对它不屑一顾，称之为「机器学习」。于是，一方面我们予以忽视，另一方面，几十亿个微型的、像昆虫一样的人造大脑大量涌现，深深扎根于技术元素，低调地承担着看不见的琐碎工作，例如审查信用卡欺诈行为、过滤垃圾邮件或者从文档中读取文本。这些数量不断增长的微型大脑执行电话语音识别功能，在重大医疗诊断中提供支持，帮助分析股票市场，驱动模糊逻辑控制的电器，引导汽车的自动换挡系统和车闸。少数处于试验阶段的人造大脑甚至可以自动驾驶汽车行驶100英里。

技术元素的未来首先似乎表现为体积更大的脑。但是更大型的计算机不一定更聪明、更具感知能力。即使生物大脑的智能性的确更加出色，它与脑细胞数量也只是弱相关。本质上，动物「计算机」的大小不一。蚂蚁大脑是个小点，重量只有1克的1/100；抹香鲸的大脑重8千克，比蚂蚁的大10万倍。仅从脑细胞数量的参数考虑的话，鲸鱼应该比蚂蚁聪明10万倍，而人类的智商只有黑猩猩的3倍，但没有证据证明这样的论断。我们的大脑能产生无穷的创意，大小却只有抹香鲸大脑的1/6。它甚至略小于普通的尼安德特人的脑。另外，近期在弗洛雷斯岛发现的矮人化石显示他们的脑只有我们的1/3大，但他们也许一点也不比我们笨。脑的绝对尺寸和智商的关联度并不明显。

人类自己的大脑结构暗示人工智能的未来也许在于一种新型的尺寸。直到最近，传统观念还认为，具备大型中央处理器的专门化超级计

算机将首先成为人工智能的载体，在那之后也许我们会拥有家用袖珍型超级计算机，或者将它们安装到个人机器人的脑袋里。它们是有界限的实体。我们将会知道，哪些问题是我们该操心的，哪些问题可以留给它们去解决。

然而，过去10年间像谷歌这样的搜索引擎的滚雪球式成功表明，未来的人工智能极有可能不是被限制在单独的超级计算机，而是诞生于由10亿台中央处理器组成的被称为网络的超级有机体。它将在全球超大型计算机上运行，这个系统包含互联网及其全部服务设施、所有外围芯片和附属设备——从扫描仪到卫星以及被卷入这个全球网络的数十亿个人脑。任何接触这种网络人工智能的设备都将分享它的智慧，并且为它添砖加瓦。

这台巨大的机器今天已经以一种初级的形态存在于世界上。想想全球所有联网电脑组成的虚拟超级计算机。有10亿台在线个人计算机，这个数字大约等于一台计算机上一块英特尔芯片包含的晶体管数量。所有互联计算机里面的所有晶体管累计达到约10万万亿（10^{17}）支。在很多方面，这个全球虚拟网络的运转有如非常巨大的计算机，其运行速度接近早期个人电脑的时钟频率。

这台超级计算机每秒处理300万封电子邮件，意味着网络电子邮件以3兆赫的频率传输。即时通信的速度为162千赫，手机短信为30千赫。任意一秒内，可能有10万亿比特信息通过超级计算机的主干线。每年它产生的数据量接近20艾字节。

这台全球计算机包含的不只是笔记本电脑。今天它还包括将近27亿部手机、13亿部固定电话、2700万台数据服务器和8000万台无线掌上电脑。每一台设备都是全球计算机的显示器，只是外形不同。它打开了10亿扇窗户，对外展示它正在思考的问题。

整个网络大概有1万亿网页。人类大脑约有1000亿个神经元，每一个生物神经元与其他数千个神经元产生突触连接，而每一个网页平均链接60个网页。这样网络固定网页之间总共形成了数以万亿计的「突触」。人类大脑的突触连接数量是网络的100倍——但是人脑不会每隔几年尺寸翻倍。而全球机器正是如此。

谁来编写软件使这台机器发挥作用并且多产？我们每个人，每一天。当我们在相册社区网站Flickr上传照片并添加说明时，我们是在训练机器给每张照片命名。说明和图片之间越来越密集的链接组成了能够学习的神经网络。想象一下每天人们点击某网页1000亿次，以这样一种方式告诉网络我们认为什么信息是重要的。每次我们在词汇之间构建链

接，就是在向网络传输一种观念。我们认为在网上无目的地漫游或者就某一话题撰写博客只是在浪费时间，但每次我们点击一条链接，就会强化超级计算机大脑的某处节点，这样就起到了通过使用机器来为它编程的作用。

不论这种大规模感知能力的本质是什么，人类起初甚至不会认为它就是智能。它的高度普遍性将掩盖它的本质。我们利用它不断增长的智能完成各种日常工作，例如数据挖掘、档案储存、模拟、预测以及模式匹配，可是因为这种智能来自坐在令人乏味的无窗仓库里的程序员编写然后传播至全球的枯燥的代码行，并且缺少统一的躯干，所以它面目不清。人们可以通过100万种方式获得分布式智能，例如借助地球上任何地方的数字显示器，因而很难说它到底位于何处。而且因为这种人工智能结合了人类智能（它包含历史上一切人类知识，还集中了当前所有网民的智慧）和数字存储技术，要明确它的定义并非易事。它是人类的记忆，还是一致同意的协议？我们在搜索它，还是它在搜索我们？

未来某天我们也许会遭遇其他星系的智慧生命。可是在那个时刻到来之前，我们将在自己的世界制造数百万个新型大脑。这是进化朝着提高感知能力的方向发展的长期轨迹的三部曲。首先，将智能慢慢注入一切物质。接着，整合所有嵌入式人造大脑。最后，提高思维的多样性。可能出现的智能类型也许会像甲虫的种类一样多，也就是说非常多。

我们有100万零1种理由创造100万零1种不同的人工智能。专门化智能将执行专门化任务，其他人工智能将是通用智能，以不同于我们的方式完成常见工作。为什么这么说？因为差异带来进步。我推测人类不会批量生产与人脑非常相似的人造大脑类型。唯一切实可行的再造人脑的方法是采用有机组织和细胞，可是既然人类繁育后代如此容易，为什么还要自寻烦恼去制造新型大脑呢？

有些问题需要通过多种思维解决，我们的任务是发现新的思维方法，释放这种存在于宇宙中的智能多样性。全球性问题需要某种全球性思维，由几万亿活跃节点组成的复杂网络需要网络智能，日常机械操作需要非人力所及的计算精度。既然就概率计算而言人脑的思考能力如此低下，那么开发擅长统计学的智能设备的确将使我们受益。

我们需要各种各样的思维工具。独立的离网人工智能设备发挥的作用小于具有蜂群思维的超级计算机。将一台智能设备与60亿人脑、数十万万亿个在线晶体管、数百艾字节的现实生活数据和整个人类文明的自校正反馈环相连，与这样的机器相比，离网设备的学习速度慢、范围窄，也不够智能。不过仍然有消费者为了拥有在偏远地区的移动性或者出于私人原因而购买独立的智能设备，承受智能程度较差的代价。

现在我们对机器存在偏见，因为迄今为止我们见到的所有机器都是单调乏味的。随着它们感知能力的提高，情况将会发生变化。但是我们将会发现，不是所有类型的人造大脑都具有同样的吸引力。正如我们发现自然界某些生物比其他生物更具魅力一样，某些人造大脑将会具有超凡能力（有助于提升我们的思维方式），而另一些没有。事实上，很多最强大的智能类型的相异本质也许会排斥我们。例如，记住一切事物的能力也许会令我们恐惧。

科技想要的就是不断提高感知能力。这并不意味着进化将引领我们朝唯一的方向——宇宙超级大脑——迈进。相反，随着时间的流逝，技术元素往往会借助自组织过程衍生出尽可能多的思维类型。

外熵的主要推动作用是揭示智慧的丰富多样性。每一种思维方式，不论它扩展到多大程度，能够理解的事物都是有限的。宇宙如此庞大，秘密如此之多，需要一切可能的思维形式去探索。技术元素的职责就是发明100万或者10亿种理解方式。

这并不像听起来那么神秘。思维是高度进化的工具，用以组织那些构成现实的信息流。当我们谈到用思维去理解时，指的就是这个含义。它产生秩序。在外熵推动历史、自组织性的物质和能量实现更高层次的复杂性和可能性的过程中，思维是迄今为止速度最快、效率最高、探索性最强的创造秩序的技术。现在我们的星球拥有植物的模糊思维、动物低等思维的多种表现形式和无止境的人类思维的自觉意识。广义上说，就在1秒钟前，人类大脑开始产生1秒钟的感知能力。我们将自己的创造力嵌入到世界上最强大的力量——科技，并尝试克隆它的技巧。这些新近发明的人造大脑多数比植物更加聪明，小部分具备了昆虫的智商，还有几种显示出更加深远的思维前景。技术元素始终在组装像大脑一样的网络，规模之大已超出了人类个体的能力范围。

技术元素轨迹的延伸方向是100万个被极少物质包裹的新大脑，它们表现出100万种新思维方式，与人类自己的复杂思维一起被纳入全球性思维中，这一全球性思维正在努力理解自我。

结构

现代智人用了数百万年时间从猿类祖先进化而来。在转变为人的过程中，我们的DNA有几百万比特发生变异。因此人类的生物进化的自然速度——就信息积累而言，大约是每年1个比特。现在，经过近40亿年逐个比特的生物进化后，我们发展了新的进化模式，这种模式源源不断地产生变异，依靠的是语言、文字、印刷术和工具，即我们所称的科技。与作为猿类时每年1比特的变异相比，我们一年内为技术元素添加的新

信息为400艾，因此人类的科技进化速度是DNA进化速度的10亿个10亿倍。作为现代人类，我们在不到1秒的时间内处理的信息量等于我们的DNA用10亿年处理的信息量。

我们以如此快的速度积累信息，以至于信息成为这个星球上数量增长最快的事物。过去80年来，美国邮政系统发送的邮件数量每20年翻一番。自摄影技术于19世纪50年代发明以来，照片（信息非常密集的平台）的数量呈现指数级增长。过去100年间每日电话时长总数同样按照指数级曲线增加。没有任何一类信息在减少。

根据我和谷歌经济学家哈尔·瓦里安（Hal Varian）的计算，数十年来全世界信息总量的年增长率为66%。将这种爆炸式增长与最常用的制造品——例如水泥和纸——进行比较，后者近几十年的年均增长率只有7%。信息的增长率是地球上任何其他制造品的10倍以上，甚至比同等规模的生物增长率还快。

从1900年至今，科学知识的数量——用发表的科学论文总数来衡量——几乎每15年翻一倍。如果只是统计杂志发行数，我们发现自18世纪以来它们的数量呈指数级增长。我们制造的一切产品都会产生一个名目和关于该名目的信息。即使有些制造品的启用以信息为基础，它也会产生更多的关于自身信息的信息。长期趋势很简单：源于某过程的信息和关于该过程的信息比过程本身增长更快。因此，信息将继续保持比我们创造的其他任何事物更快的增长速度。

技术元素本质上是依靠信息和知识爆炸式积累的系统。与此相似，有机体也是将它们身上流通的生物信息组织起来的系统。我们可以认为技术元素的进化将深化自然进化创建的信息结构。

这种结构深化最明显的领域就是科学。科学的建立既不是为了提高「真实性」，也不是为了增加信息总量，尽管其本身的修辞中包含了这样的含义。人们创建科学的初衷是为了提高认知世界的条理性和系统性。科学创造「工具」——技术和方法，这些工具对信息加以处理，使之能够以有序的方式被人们检验、比较、记录、调用，以及与其他知识相联系。「真理」实际上是一种标准，用以评估特定事实在多大程度上被作为基础使用，并实现扩展和相互关联。

现在我们不经意间就会说出1492年「美洲被发现」，或者1856年「大猩猩被发现」，或者1796年「疫苗被发现」。可是在疫苗、大猩猩和美洲被「发现」之前，人们对它们并不是一无所知。原住民在哥伦布到达美洲之前已经在那里生活了1万年，他们对这块大陆的考察远胜于任何欧洲人能够达到的水平。某些西非部落与大猩猩以及其他很多有待「发现」的灵长类动物关系亲密。欧洲的奶农和非洲的养牛人很早就清

楚从同类疾病中提取抗原进行接种的预防效果，只是没有命名。同样我们可以质疑图书馆的某些知识价值——药草知识、传统经验和心灵感悟，它们由受过教育的人「发现」，可是在那之前，原住民和普通百姓早已知道这些知识。这些所谓的「发现」似乎反映出霸权色彩和傲慢心态——通常的确如此。不过，我们能够用一种合理方式宣称哥伦布发现了美洲、法裔美国探险家保罗·杜·沙伊鲁（Paul du Chaillu）发现了大猩猩、爱德华·詹纳（Edward Jenner）发现了疫苗。他们将之前当地人已了解的知识添加到不断扩大的全球结构性知识库中，这就是他们的「发现」。今天我们把结构性知识的积累称为科学。在杜·沙伊鲁去加蓬探险之前，关于大猩猩的知识仅限于当地传播；本土部落从自然界获得的大量灵长类动物知识没有融入到科学整体中，而这个整体已对其他动物有所认识。关于「大猩猩」的信息停留在结构性知识圈的外部。事实上，大猩猩曾被科学界视为与大脚兽类似的虚构的动物，只有未受过教育、容易被骗的本地人才看到过，这种错误直到动物学家接触了保罗·杜·沙伊鲁带回的大猩猩样本才得以纠正。杜·沙伊鲁的「发现」实际上是科学的发现。被杀死动物身上保留的贫乏的解剖学信息正适合动物学的审查体系。一旦它们的存在被「确定」，关于大猩猩行为和自然发展史的重要信息就草草了之。同样，本地农民对接种牛痘如何预防天花的了解仍然是本地知识，没有与当时被视为医学的知识体系联系起来，因此这种医疗方法依然保持封闭。詹纳「发现」接种效果后，学习当地知识，并运用医学理论和所有与传染病和细菌有关的科学知识解释这种效果。他对疫苗的「发现」还没有达到他与疫苗这一名目实现「链接」的程度。美洲的情况相同。哥伦布的偶遇使美洲出现在世界地图上，与已知世界的其他地区连成一片。它自身的固有知识躯干也与缓慢积累的已知知识的统一躯干相融合。哥伦布使两块知识大陆结合为不断扩展的一致性结构。

是科学吸收当地知识而不是相反，原因在于科学是我们为了连接信息而发明的工具。它的创建目的是将新知识整合到旧知识的网络中。如果新见解包含太多与现有知识不相符的「事实」，那么新知识就会受到排斥，直到那些事实能够得到解释，它才会被接纳。（这是托马斯·库恩的科学范式转换理论的过度简化。）新理论不必解释所有的意料之外的细节（也很少这样做），但必须在一定程度上满足既定规律。每一个猜想、假定和观察数据都必须经受审查、检测、怀疑和证明。

统一的知识由复制、打印、邮政网络、图书馆、索引、目录、引用、制作标签、交叉参考、参考文献、关键字搜索、注解、同行评议和超链接这些技巧构建而成。每一种认知技术的发明都会扩大已证事实的

网络，将不同知识片段连接起来。因此知识是一种网络现象，其中每一个事实都是一个节点。我们谈到知识增长时，不仅指事实数量的增加，而且（更多地）指的是事实之间关系的数量和强度的提高。赐予知识力量的是关联性。我们对大猩猩的了解越深入，并且如果将大猩猩的行为与其他灵长类动物进行比较、对照和校正，或者将二者联系起来，这样的了解就能够发挥越大的作用。当人们把大猩猩的解剖结构与其他动物的结构相联系，当它们的进化过程被融入到生命之树，当它们的生态状况对其他同步进化的动物产生影响，当它们的存在被多种类型的观察者注意到，知识结构将得以扩展，直到大猩猩学说的事实被编入数千个相互交错并且自我检验的学科领域的专科全书中。这场启蒙运动的各个部分不仅增加了大猩猩研究领域的事实，而且提高了编织人类知识的整块布料的强度。这些联系所具有的力量就是我们所说的真理。

今天仍然存在很多互不连通的知识群落。原住民部落在长期与自然环境亲密接触中获得了独有的传统知识财富，这些知识很难（如果不是完全不可能的话）脱离他们的本土环境。在他们的体系内，这些轮廓鲜明的知识具有紧密结构，但与我们知道的其他知识隔离。萨满教的大量知识面临这样的问题。目前科学根本无法接受他们的宗教知识并编入现代知识的一致性结构中，因此他们的真理保持「未发现」状态。某些边缘科学，例如超感觉认知学，继续维持边缘地位，因为它们的研究结果尽管在其自身体系中合乎逻辑，但不适合范围更大的现有知识模式。不过这种信息结构迟早会产生更多事实。更重要的是，知识实现结构化所采用的方法本身就在进化和重组。

知识的进化始于相对简单的信息组织。最简单的组织就是事实的起源。事实上，事实是被发明出来的。发明者不是科学，而是16世纪的欧洲法律体系。在法庭上，律师必须提供一致认可的观察资料作为证据，之后不允许改换。科学采纳了这种有价值的创新。长期以来，可以用于为知识排序的新方法数量在增加。将新信息和旧知识联系起来的复杂工具就是我们所说的科学。

科学方法不是一个统一的「方法」。它是很多经过几个世纪进化（并且继续进化）的技巧和过程的集合。每种方法是一小步，联合起来逐渐提高人类社会知识的统一性。科学方法中具有开创性意义的若干发明包括：

- 公元前280年带索引的编目图书馆（位于亚历山大城），搜索文献资料的方法。

- 1403年合作编辑的百科全书，多人收集知识。
- 1590年受控实验，弗朗西斯·培根采用，在实验中修改单个变量。
- 1665年必要重复，罗伯特·玻意耳的理念，实验结果必须重复检验，确保真实性。
- 1752年同行评议参考期刊，提高共享知识的确定性和合法性。
- 1885年不带成见的随机化设计，减少人们偏见的方法，随机性是一种新型信息。
- 1934年可证伪的可测性，卡尔·波普提出的概念，任何有效实验应当存在某种它可能无法通过的可测方法。
- 1937年受控的对照实验，对实验加以改进，目的是消除操作者的倾向性知识产生的影响。
- 1946年计算机模拟，创建理论、生成数据的新方法。
- 1952年双盲实验，进一步改进实验，消除实验者自身知识产生的影响。
- 1974年元分析，对指定领域此前的所有分析进行再分析。

这些具有历史意义的创新共同创造了现代科研体系。（我会忽略其他人对上述方法优先权的主张，因为确切的日期对我的目的没有影响。）今天，典型的科学发现将依赖事实和可证伪的假设，接受可重复的受控实验的检验，也许还有对照实验和双盲控制；研究报告将在同行评议期刊上发表，列入收录了相关报告的图书馆的检索范围。

科学方法与科学本身类似，是逐步积累起来的组织。新的科学仪器和工具产生了组织信息的新方法。最新的方法建立在早期技巧的基础上。技术元素不断增加事实之间的联系和理念之间的复杂关系。正如前面的短期时间表显示的那样，我们现在所认为的科学方法中有很多关键性创新出现的时间相对较晚。例如，经典的双盲实验直到20世纪50年代才出现，在这样的实验中，实验对象和实验者都不清楚将遇到什么情况。对照实验的实际应用是在20世纪30年代才开始的。很难想象如果没有这些方法，今天的科学会是什么样。

这些发明时间较晚的现象使人们对下一年会有哪些「必要」的科学方法问世产生了兴趣。科学的本质仍然在不断变动，技术元素将很快发现新的学习方法。考虑到知识加速积累、信息爆炸和科技进步速度，科学过程的本质未来50年的变化将大于过去400年的变化。（一些可能出现的新生事物：掺杂的负面后果、计算机论证、三盲实验、维基期刊。）

在科学自我改进过程中发挥核心作用的是科技。新工具可以产生新

的研究方法和不同的组织信息的方法，我们称之为组织知识。借助科技创新手段，我们的知识结构不断进化。科学的任务是发现新事物，科学的进化是以新的方式组织发现的成果，甚至我们的研究工具本身如何组织也是一种知识。现在，随着通信和计算机技术的发展，我们掌握了新的学习工具。技术元素轨迹的推动作用是更加深入地组织我们制造的如潮水般涌来的信息和工具，扩展人类创造的世界的结构。

可进化性

自然界的进化为自适应系统——这里指的是生命——寻找新的生存方式提供了途径。生命进化出大小不同的细胞、圆形和长条形躯干、慢速和快速新陈代谢、无足和有翼外形。大多数形态存在时间不长。但是在漫长的岁月中，生命系统选定了非常稳定的形态——例如球状细胞或DNA染色体，这些形态成为尝试更多创新的稳定平台。进化寻找可以维持寻找游戏的形态。从这个意义上说，进化想要进化。

进化之进化？听起来像故弄玄虚。乍看之下，这个观点似乎又尖锐又鲁钝（自相矛盾），或者是同义反复（不必要的重复）。可是如果仔细审视，「进化之进化」的同义反复程度不比像「网络的网络」这样的用语更甚，而后者即是互联网的含义。

生命40亿年不断进化，因为它发现了提高自身可进化性的方法。开始，生命可能存在的空间非常小，变化的可能性有限。例如，早期细菌可以使它们的基因变异，改变基因组的长度，而且不同细菌能相互交换基因。经过数十亿年的进化，细胞仍然可以变异和交换基因，此外还能够复制整个分子（犹如昆虫复制自己的体节），管理自己的基因组，断开或连接被选中的基因。当生命进化到有性繁殖时，细胞基因组的完整基因「单词」可以按照混合搭配的方法重组，与通过逐个改变基因「字母」的方法相比，前者取得进步的速度要快很多。

在生命的初始阶段，自然选择针对的是分子，接下来是分子群，最后是细胞和细胞群。最终，进化过程从某个生物群落中选择有机体，支持最适应环境者。这样，在生物的长期发展历程中，进化的焦点向着上方更复杂的结构移动。换句话说，长期以来，进化过程成为在多个层面发挥作用的多种不同力量的混合体。通过缓慢积累技巧，进化系统掌握了多样化的适应和创造手段。想象移动拼图游戏可以变换游戏区域！谁能跟上它的步伐？这样，进化始终在自我积累，一次又一次不停地改造自己。

不过，上面的论述没有充分说明这种趋势的完整力量。是的，生命获得了更多适应手段，但真正改变的是它的可进化性，也就是创造变化

的倾向性和灵活性。可以将这样的特性视为可变化性。进化的总体过程不仅在发展，而且还进化出更丰富的进化能力，或者说更强大的可进化性。获得可进化性很像在电子游戏中开启一扇门，发现了另一个层次的完整世界，这个世界复杂得多，速度快得多，充满意料之外的力量。

自然有机体——例如鸡——提供了机制，使它的基因可以繁殖更多基因。从基因的利己主义角度来看，这些基因可以繁育的有机体（鸡）数量越多，它们的自我繁殖性越强。我们也可以认为生态系统是进化自我传播和成长的载体。没有多样化的有机体的蓬勃发展，进化就不可能提高可进化性。因此进化产生了复杂性和多样性，创造了数以百万计的生物，为它自己提供物质和空间，从而进化为更强大的进化者。

如果我们将每一种生物视为「生物如何在这样的环境中存活」这一问题的答案，那么进化就是得出具体答案的以物质和能量表现的公式。我们可以说，进化是搜寻生命之答案的方法，这个方法就是不断地尝试各种可能性，直到发现合适的形态。

进化在它的第一个40亿年里为了发现生命的答案创造了很多技巧，在所有这些技巧中，思维是无与伦比的。感知能力——不仅是人类的感知能力——赋予生命一种大大加快学习和适应速度的方法。我们不应对此感到惊讶，因为思维的产生是为了寻找答案。一个关键性的等待回答的问题是：如何为了生存而更好更快地学习。如果思维有益于学习和适应，那么学会如何学习将加快你的学习步伐。因此生命感知能力的存在极大地提高了它的可进化性。

可进化性的最新扩展动力是科技。科技反映了人类思维怎样探索可能性的范围、改变寻找答案的方法。科技在过去100年对地球的改变不亚于生命在几十亿年间产生的效果，这几乎已经是陈词滥调。

当我们审视科技时，看到的通常是管线和闪烁的灯光。但以长期视角来看，科技只是进化的深入进化。技术元素是一股40亿年连续不断的力量，追求更多的进化能力。技术元素发现了宇宙中未曾有过的事物，例如球轴承、无线电、激光，这些是有机体进化绝不可能发明的。同样，技术元素找到了全新的进化途径，这是生物无法掌握的方法。正如生物进化产生的结果那样，科技进化借助它的繁殖力进化出更多形态，并且范围更广，速度更快。作为「利己主义者」，技术元素创造了数百万种器具、技术、产品和装置，以获取足够的物质和空间，不断提升进化能力。

进化之进化是变化的二次方。现在人们有一种直观的感受，即科技变化如此之快，以至于我们不能想象30年后将会怎样，更别说100年后。技术元素有时可能让人感觉是不确定性的黑洞，其实人类早已经历

过若干次类似的进化转型期。

第一次是语言的发明，我前面已经提到过。语言使人类进化的重任从基因遗传（其他大多数生物在进化过程中学习的唯一技能）转变到其他方向。我们的语言和文化也能够传承我们的全部生物知识。第二次发明是文字，它使理念轻松跨越地区和时代，广为传播，从而改变了人类的学习速度。答案可以记录在经久耐用的纸上传播。这极大地加快了人类的进化。

第三次转型动力是科学，更确切地说，是科学方法的结构。这是能够产生更多发明的发明。科学方法不依靠随机发现、随机失误或者试错法，而是系统地研究万物、创造新理念。它使发现过程的速度提高了1000倍，甚至100万倍。科学方法的进化推动了我们现在享有的社会进步的指数级增长。毫无疑问，科学揭示了可能性——以及发现它们的新方法，这些是生物或文化进化不可能单独实现的。

同时，技术元素也使人类的生物进化加速。城市人口日益密集，提高了疾病传播的可能性，加快了我们的生物适应性的产生。现代人数量可观，流动性很高，因此选择配偶的范围远大于过去。新型食物也加快了人体的进化。例如，一旦人类成功实现食草动物的圈养，那么成人吸收牛奶的能力就会提高，并且很快传播到其他地区。今天，根据对人类DNA变异的研究，我们的基因进化速度比农业社会之前的时代快100倍。

就在过去数十年间，科学还发展出其他的进化形式。我们正在深入改造自己，以调节体内的控制旋钮，搅乱身体的源代码，包括形成大脑、产生思维的代码。基因重组、基因工程和基因疗法使我们的思维得以直接控制基因，终结了达尔文式进化保持了40亿年的霸权。现在，人类谱系掌握的值得传承的特性是有可能被继承的。技术元素将从进化缓慢的DNA所建立的专制下彻底解放。这种新型共生进化的结果影响深远，我们只有默默接受。

一直以来每次科技创新都会给技术元素带来新机会，使它以新方法发生变化。科技造成的每一种新问题也为新型解决方案和发现这些方案的新途径提供机会，这就是一种文化进化。技术元素在扩展过程中，促使首先出现的生命进化过程加速，现在开始发展进化理念本身。进化之进化不仅是世界上最强大的力量，它是宇宙中最强大的力量。

这些宽广的洪流——不断增加的机会、自发性、复杂性、多样性等——回答了科技将去往何方。预测第二天科技的新动向，虽然时间跨度小得多，却是不可能的。过滤商业的随机噪声难度太大。推测历史趋势反而更加容易——某些情况下需要追溯到数十亿年前，观察它们如何贯

穿今天的科技。这些趋势反映了具有倾向性的精巧技术朝着某个方向缓慢发展的过程，这一方向可能用一年的时间也无法辨明。

这些趋势运动缓慢，是因为它们并非由人类行为所推动，而是由科技系统的纷繁复杂导致的偏向。它们的动力就像月球引力，那是一股微弱、持续且不易察觉的拉力，最终能够引发海洋的潮汐运动。在若干代人的时间里，这些趋势克服了人类的愚蠢、狂热和投资偏好造成的噪声干扰，推拉着科技沿着不可改变的特定方向前进。

我们不是在描绘一组延伸至预定未来的曲线，而是指出这些爆炸式发展的科技趋势目前的方向。太空正在膨胀，从各个方向远离我们，扩展宇宙的范围。与这种趋势相似的是，成长中的科技力量像鼓胀的球一样为它们的扩张开辟天地。技术元素是信息、组织、复杂性、多样性、感知力、美感和结构的爆发，它在扩张的同时也在改变自己。

这种令人振奋的自我加速类似于神话中的咬尾蛇乌洛波洛斯咬住自己的尾巴，进行一次彻底的自我改造。它充满悖论，以及希望。的确，扩展中的技术元素——它的宏观轨迹、它的持续再创新、它的必然性以及它的自繁殖功能，是一个开放性的起点，是一场召唤我们投身于其中的无限博弈。

1. 印尼的一种民族管弦乐器。——译者注
2. 长尾理论是网络时代兴起的一种新理论，它认为几乎任何以前看似需求极低的产品，只要有人卖，都会有人买。这些需求和销量不高的产品所占据的共同市场份额，可以和主流产品的市场份额相当，甚至更大。——译者注
3. 旧时认为土、水、火和空气是构成一切物质的四大要素。——译者注
4. 内眼，大脑最基本的部分，位于大脑中央，对外界信息进行初级处理后传送至更高级的部位。——译者注

第十四章 无限博弈
专家导读

静心回想凯文·凯利在本书篇首提出的困惑：「科技想要什么？」

一方面，我们已经被科技所包围，我们感受到科技无处不在、威力巨大，享有科技带来的种种舒适、便捷、惬意，惊叹于科技的伟大与神奇；另一方面，似乎科技的脾气又桀骜不驯、难以驾驭，生态、环境、恐怖的力量，无一不与科技相关联。

作为自然的第七王国，科技已经深深嵌入到植物界、生物界，嵌入到了日常生活中，并获得了完全自主的能力。它要把人类带向何方？科技的尽头是什么？

在凯文·凯利看来，科技的价值并非仅仅是其蕴涵的「功能」，也就是说，并非仅仅是工具那么简单。

作为一种具备生命特征的、活的新生的有机体，「科技为我们提供机会去发现自己，更重要的是预测未来的自己」。

将每个人的天赋发挥到淋漓尽致，让每个人拥有施展才华的舞台，长期的社会实践创造了一种「偶像生活」，比如去百老汇唱歌、参加奥运会、夺得诺贝尔奖，这种「大众文化错误地聚焦于那些能够证明自己的明星角色，认为他们就是成功的标杆。事实上，这种上等地位和明星身份可能是我们的囚牢，是他人的成功之路给我们套上的紧箍咒」。

科技的真正价值在于，「提高人造物品的多样性，增加科学方法和产生选择的技巧，进化的目标是维持可能性博弈继续」。

凯文·凯利指出，科技令人困惑的两面性，并非科技在未来完全消弭。但作者更深刻地指出，痴迷于科技趋利避害，其实是「有限博弈」的思维桎梏。「进化、生命、思维和技术元素都是无限博弈」，目标是保持游戏持续下去，不断进行连续的自我塑造。

使用如此大量的篇幅、浩繁的考证、穿越时空的思考和恣意挥洒的文笔，凯文·凯利最后指出这样一幅图景：「科技正在将所有生物的思维缝合在一起」。正是技术元素与生命界这种彼此交织、缠绕、融合、嵌入的历程，让人们领受技术元素激昂的创造活力的同时，超越对与错、好与坏、善与恶的二分对垒，倾听科技生命的空谷回声。

科技，想要拥抱生命，创造新的奇迹。

科技需要我们，但是，它要为我们提供什么？从它的长期发展中我们能得到什么收获？

当亨利·戴维·梭罗在瓦尔登湖隐居时，一些工程师沿着通过其居所的铁路搭建长距离电报线，他去探视这些工程师时，不禁自问，人类是否有足够重要的手段确保他们的巨大努力不付诸东流。

温德尔·贝里在家族经营的肯塔基农场里观察诸如蒸汽发动机这样的技术怎样替代农民的人力劳动，对机器是否具有值得人类学习之处感到迷惑：「19世纪的人认为机器是精神力量，将为人类带来福利。蒸汽发动机怎能造福于人类呢？」

这是一个不易回答的问题。技术元素的确是在改造人类，可是蒸汽发动机这种复杂技术会像人类自身那样改善我们的生活吗？是否有任何地方存在任何人类思想的物质化成果能够为人们创造更加美好的明天？

对上述问题，温德尔·贝里可能认同的一个答案是，法律这种技术有利于人类进步。法律体系督促人们保持责任感，推动他们追求公正，约束不可取的冲动行为，培养诚信意识，等等。烦琐的法律体系巩固了西方社会的基础，与软件有相似之处。它是一组复杂的条款，写在纸上而不是电脑上，工作速度慢，计算的对象是公正与秩序（理想状态下）。所以，这里有一项技术对我们有益——不过实事求是地说，没有任何事物可以使我们更加美好。我们不会因外力驱使而改善生活，但是可以接受外力产生的机会。

我认为贝里无法对技术元素的馈赠心存感激的原因是他的科技观太

狭窄了。他受困于冰冷的、硬邦邦的无亲和力物品，例如蒸汽发动机、化学品和五金器具，这些物品将来会发展为更加成熟的事物，现阶段也许是它们唯一不成熟的阶段。从更广泛的视角看，蒸汽发动机只是整体的极小部分，科技领域中那些具有生命亲和力的形式的确能够给我们创造进步的机会。

科技如何提升个人？只有通过为所有人提供机会，使他或她得以充分施展其与生俱来的独特天赋的机会，接触新理念和新思维的机会，选择父母不曾选择的道路的机会，自己创造新事物的机会。

我将是第一个作如下补充的人：这些机会本身——不置于任何背景下——不足以给人类带来幸福，更不用说进步。机会在受到价值观引导时最具效力。温德尔·贝里似乎在说，如果某人具有精神价值观，不需要科技也能获得幸福。换句话说，他提出疑问，科技的确是人类进步绝对必需的吗？

我相信技术元素和文明都植根于相同的自引式宏观趋势，所以我认为这个问题的另一种表达方式是：文明是人类进步必需的吗？

在追溯技术元素的完整历程后，我要说，绝对是的。技术元素是人类进步必需的。不然的话，我们如何发展？某个特定人群也许会在寺院小房间里找到受约束的选择，或者在池塘边隐居者的小屋里看到机会，或者从云游高僧去粗取精的视野中发现理想的进步之路。但是历史上大多数时期的大多数人认为发达文明积累起来的机会将会改善他们的境遇。这解释了为什么我们要发展文明和科技，为什么我们要拥有工具。它们提供选择，包括追求美好未来的选择。

没有价值观引导的选择不会带来多少收益，这没错，可是缺乏选择的价值观同样收获甚少。我们需要技术元素产生的完整选择范围，以释放自身的最大潜能。

科技为我们个人提供机会去发现自己，更重要的是，预测未来的自己。每个人一生中会拥有独一无二的特性组合，包括待开发能力、手工技能、逐渐成熟的洞察力和潜在经验，这些是其他人不具备的。即使是双胞胎——DNA相同，生活经历也不会相同。当人们将自己的各种天赋发挥出最大效力时，就会获得成功，因为没有人可以做他们能做的。完全依靠自己特有的技能生活的人是无法仿效的，所以我们珍视他们。所谓施展才华，不是指每个人都去百老汇唱歌，或者在奥运会上拼搏，或者夺得诺贝尔奖。这些引人注目的角色只是三种成为明星的传统方式，并且这些特定机会是有限的。大众文化错误地聚焦于那些能够证明自己的明星角色，认为他们就是成功的标杆。事实上，这种上等地位和明星身份可能是我们的囚牢，是他人的成功之路给我们套上的紧箍咒。

理论上，我们每个人都会找到为自己量身定制的成功角色。我们可以把这些获得成就的机会称为「科技」，虽然通常我们不会这样理解机会。振动弦技术释放（或者说创造）了小提琴演奏大师的潜能。几个世纪以来油画和画布技术释放了画家的天赋。胶卷技术创造了电影天才。文字、立法和数学这样的软技术都会扩展我们创造和自我提升的潜力。这样，在生活中，当我们发明和创造也许会被他人借鉴的新事物时，作为朋友、家人、氏族成员、国家成员和社会的一分子，我们对于激发所有人的才华并使之最优化将产生直接影响。这里所说的最优化，指的不是成为名人，而是使自己的贡献无人可及。

然而，如果我们不能为其他人增加机会，就会削弱他们的优势，这是不可原谅的。因此，为他人扩大创造力范围是一种责任。我们通过扩展技术元素的可能性——方法是开发更多技术和更具亲和力的表现形式——来增加其他人的机会。

如果历史上最好的大教堂建筑师现在才出生，而不是在1000年前，他仍会建造一些可以彰显其辉煌成就的大教堂。十四行诗仍然有写作者，诗人的手稿仍然有人进行诠释。可是，你能够想象吗，如果巴赫比弗兰德人发明拨弦古钢琴早1000年出生，世界将多么平淡乏味？如果莫扎特在钢琴和交响乐出现之前就已去世，世界又会怎样？如果文森特·凡·高降临世间5 000年后我们才发明廉价油画技术，那么我们的集体想象力将会是多么苍白？如果在希区柯克和查理·卓别林尚未成年时，爱迪生、格林和迪克森没有研制出电影技术，现代世界会是怎样？



图14–1　　失去的技术。钢琴发明前的少年莫扎特；摄影机诞生前的希区柯克；我儿子迪文，在等待下一个重大发明。

有多少巴赫和凡·高这样级别的天才在获得必要的技术以便为他们天赋的成长提供土壤之前死去？有多少逝者生前不曾遇到可以让他们施展才华的技术机会？我有3个孩子，尽管提供了大量机会，但是他们的最大潜力也许还未能释放出来，因为适合他们天分的理想技术还有待发明。有一位现今还在世的天才，我们这个时代的莎士比亚，社会永远无

法拥有她的杰作，因为在能够体现她的卓越之处的技术——全面板虚拟现实技术、虫洞结构理论、心电感应和万能笔——出现之前，她就来到人世了。没有这些人造机会，她的才华受到损害，而从广义上说，我们所有人都因此受损。

历史上大部分时期，每个人的天赋、技能、洞察力和经验构成的独有特性组合没有用武之地。面包师的后代还是面包师。科技扩展了宇宙的机会，也为人们找到发挥个性的场所增加了机会。因此我们负有道德义务去开发更多的最优技术。我们提高科技的多样性和影响范围，不仅为我们自己、为其他生物增加机会，同时也是为了未来所有的生物后代在技术元素长期提高复杂性、增加美感时能够抓住机会。

提供更多机会的世界能够养育更多人口，而人口的增加又会产生更多机会。这是自引式发展的古怪循环，导致子代总是比父母优秀。我们手中的每一种工具都会为文明（所有活跃的文明）带来新的解读事物的方法、新的生活观和新的选择。每一种运用于实践的理念（科技）都会扩展我们的生命力所达到的范围。轮子这一简单发明引出了上百种如何使用它的新创意，衍生出马车、陶器转盘、转经轮和齿轮。这些发明又赋予数百万有创造力的人灵感和工具，使他们产生更多的创意。很多人沿着这条道路、借助这些工具实现了自己的梦想。

这就是技术元素的职责。它是物资、知识、实践、传统文化和选择的积累，使得个人能够创建和参与创建更多的理念。文明，从8000年前最早的河谷定居点一步步走来。我们可以认为它是一个过程，这个过程长期以来为下一代积累了可能性和机会。今天从事零售工作的普通中产阶级民众，他们的选择远远多于古代的国王，就像古代国王比在他之前的自谋生路的游牧民有更多选择一样。

我们能够积累机会的原因是，宇宙本身处于相似的扩展状态。就我们目前所知道的而言，宇宙从无差异点开始，逐渐展开为具体的形态，我们称之为物质和现实。数十亿年间，宇宙过程创造出元素，元素孕育分子，分子组合成银河系，每一步都拓宽了可能事物的范围。

物质化的宇宙从虚无到丰富的旅程可以被视为自由、选择和明显机会的扩展过程。在起点处，没有选择，没有自由意志，除了虚无，还是虚无。从大爆炸开始，物质和能量的可能构成方式增多，最终，生命的产生为可以实现的行为提供了更多的自由。随着想象力思维的出现，甚至于可能的可能性也增加了。几乎可以认为宇宙就像是一个自我组合的选择。

总体而言，科技的长期趋势是提高人造物品的多样性、增加科学方法和产生选择的技巧。进化的目标是维持可能性博弈继续。

本书以请教如何在技术元素中引导自己的选择——至少是如何理解这个问题——开始。我需要更宏观的视野帮助我选择技术，这样的技术要帮助我在获得更多福利的同时减少需求。我真正在寻找的是协调技术元素的利己本性（希望不断壮大自己）和它的慷慨本性（希望帮助我们深入了解自己）的方法。我通过技术元素的眼睛观察世界，学会欣赏它所具有的难以置信的利己自主性程度。与我最初的疑虑相比，它的内部动力更加强大，方向更加深远。同时，从技术元素的视角看世界使我对它改革性的积极力量又添一分钦佩。是的，科技正在获取它的自主性，它将逐渐实现自身目标的最大化，而这个目标包括使我们的机会最大化，这是最重要的结果。

我的结论是，科技两张面孔的协调难题是不可避免的。只要技术元素存在（如果人类存在它就会存在），那么它的馈赠和需求之间的紧张关系将继续困扰我们。未来3000年，当人人最终都拥有自己的喷射包和飞行车时，我们仍将与技术元素自身的扩展和我们的扩展之间的固有矛盾斗争。这种持久的对立是科技的另一个方面，我们必须接受。

作为现实问题，我学会了确定自己所需技术的最小数量，同时这个数量将为我和他人带来最多的选择。控制论专家海因茨·冯·福尔斯特（Heinz von Foerster）将自己的研究方法称为「伦理原则」，他这样描述这一原则：「始终努力增加选择的数量。」我们可以使用技术为他人增加选择，方法是鼓励科学研究、创新和教育，提高读写能力，促进多元主义。从我自己的经验看，这个原则从未失效：在任何博弈中它都会增加你的选择。

宇宙中有两种博弈：有限博弈和无限博弈。有限博弈最后要分出胜负。卡片游戏、扑克比赛、机遇游戏、赌博、足球这样的体育运动、《地产大亨》（Monopoly）这样的桌面游戏、赛跑、马拉松、拼图、俄罗斯方块、魔方、拼字游戏、数独游戏、魔兽世界这样的联网游戏和《光晕》（Halo）这样的虚拟游戏——所有这些都是有限博弈。决出胜负，博弈就结束。

另一方面，无限博弈的参与者将使博弈持续进行下去。它没有结束之时，因为没有获胜者。

有限博弈需要稳定的规则。如果在博弈过程中更改规则，它就无法进行。游戏中途更改规则是不可接受的，是非公平竞争的典型例子。因此，在有限博弈中，赛前需要十分努力地阐明规则，赛中坚决执行这些规则。

无限博弈要做到持续进行，只有更改规则。为了保持开放性，博弈应当把规则放在第二位。

棒球、国际象棋和《超级玛丽》这样的有限博弈一定是有边界的——空间的、时间的或者性能的。要这么大，这么长，可以有这个功能，不能有那个功能。

无限博弈没有边界。理论家詹姆斯·卡斯（James Carse）在他的优秀专著《有限和无限博弈》（Finite and Infinite Games）中提出了这些概念，他说：「有限博弈者在边界内游戏，无限博弈者以边界为游戏对象。」

进化、生命、思维和技术元素都是无限博弈。它们的博弈就是让博弈持续下去，让所有博弈者尽可能地长时间参与。为了达到这样的目的，它们像所有无限博弈一样戏弄游戏规则。进化之进化就是如此。

传统的武器技术产生了有限博弈。它们产生获胜方和失败方，没有其他选项。有限博弈是激动人心的，想想体育和战争。我们可以讲述几百个两人搏斗比两人和平相处更惊心动魄的故事。但是，这100个令人激动的两人搏斗故事存在的问题是它们都导致同样的结局——要么一方败下阵来，要么两败俱伤，除非中间某个时刻他们转为合作。而那个关于两人和平相处的乏味故事没有结局。它可以引出1000个意想不到的故事——也许两人成为伙伴，共同建造一座新城，或者发现新元素，或者创作一部令人赞叹的歌剧。他们为将来的剧情搭建了一个舞台。他们在进行无限博弈。全世界都呼唤和平，因为它带来更多的机会，而且包含无限的可能性，有限博弈做不到这一点。

生活中我们最爱的事物——包括生活本身——都属于无限博弈。当我们参与生活博弈或技术元素的博弈时，目标不是固定的，规则不明朗，并且一直在变动。我们如何进行下去？好的选择是增加选择。作为个人，作为社会群体，我们可以发明一些方法，创造尽可能多的新的好机会。在这场充满悖论的无限博弈中，好机会可以产生更多的好机会……无穷无尽。最好的「开放性」选择引发的「开放性」选择最多。这棵递归树就是科技的无限博弈。

无限博弈的目标是保持游戏的进行：摸索游戏的所有玩法，增加各种博弈，召集所有可能的玩家，扩展游戏的意义，倾尽所有，无所保留，创建宇宙中不太可能发生的博弈。如果可能，超越过去的一切。

雷·库兹韦尔是一位多产的发明家，科技的热情拥护者，公开的无神论者，在其神话般的著作《超常并不遥远》（The Singularity Is Near）中，他宣称：「进化的趋势将是更加复杂、更加优雅、知识更加丰富、智能程度更高、更具美感、更有创造性，以及更高层次的微妙特性——例如爱。在所有一神论文化中，造物主都具备所有上述特性，唯一不具备的就是局限性……因此进化不可阻挡地趋近于人们对造物主的设想，

尽管永远不会完全达到这样的理想状态。」

如果存在上帝，技术元素的轨迹正在向他延伸。我要再一次讲述这条轨迹的伟大故事，也是最后的总结，因为它指明了我们前方的道路。

大爆炸产生的无差异能量因为宇宙空间不断膨胀而冷却下来，然后聚合为粒子可测实体。随着时间流逝，这些粒子凝聚成原子。进一步的膨胀和冷却使复杂的分子得以形成，它们自我组合为自繁殖的实体。每一秒内，这些初期组织的复杂性都会增加，变化速度也会加快。在进化过程中，它不断累积不同的适应和学习方法，最终，动物的大脑被自我意识所掌控。自我意识产生更多思维，一个由思维组成的世界共同跨越过去的一切约束。这种集体思维将会朝各个方向扩展想象空间，直到它创造出同类，并且表现出无限性。

现在甚至有一种宗教理论假设上帝也在改变。这个被称为过程神学的理论没有过多地钻牛角尖。它将上帝描述为一个过程，如果你愿意，可以称之为完美的过程。在这个神学理论中，上帝不再是个遥远、形象不朽的灰胡子黑客天才，更像是永恒的非稳态，一场运动，一个过程，一种基本的自为生成现象。生命、进化过程、思维和技术元素正在发生的自组织变异反映了上帝的形成。作为动词的上帝创造了一组规则，并使之融入到不断自我回归的无限博弈中。

我在本书的结尾提到上帝，是因为谈论自我创造时不提及上帝——自我创造的典范，似乎是不公平的。唯一可以替代环环相扣的无穷创造链的是自因形成的创造。原初的自因是一切的起点，它首先创造自己，然后才会生成时间或虚无。它是上帝的最合乎逻辑的定义。这种可变上帝的观点没有回避自我创造所包含的矛盾，因为自我创造影响自组织的所有层次。相反，它接受这些矛盾，认为它们是必然出现的。不论上帝是否存在，自我创造都是个谜。

从某种意义上说，本书谈论的是连续自我创造（有些部分涉及原初的自我创造这一概念，有些没有）。这里要说明的是，不断提高的复杂性、不断增加的机会和不断扩展的感知力——现在这些在技术元素中都有体现并超越了它——的防倒退自引过程怎样由万物最初的极小点的内在力量所推动。此外还要说明，作为非稳态之萌芽的极小点如何以这样一种方式膨胀，即理论上它可以在相当长的时间内不断扩张并自我复制。

我希望本书能够阐明：自我创造的单线将宇宙、生物和科技串接成一个创造物。与其说生命是物质和能量产生的奇迹，不如说是必然产物。与其说技术元素是生命的对立面，不如说是它的延伸。人类不是科技轨迹的终点，而是中点，恰好在生命和制造品中间。

几千年来，人类关注有机世界，或者说生物界，寻找关于创造物甚至还有创造者的本质的线索。生命是神性的反映。人类具有特殊地位，被视为按照造物主的形象而创造出来。但是如果相信人类是按照造物主——自我创造者——的形象而降临于世的，那么我们没有虚度时光，因为我们创造了自己的后代：技术元素。很多人，包括很多信仰上帝的人，会认为这种说法反映了自大心态。与人类之前发生的事情相比，我们的成就微不足道。

「我们从宇宙物质转化为人体的细胞群——后者努力追求某种超出它们掌控能力的事物，此时此刻，让我们记住人类的丰功伟绩，这个自我创造者穿越冰河时代，站在科学魔镜面前，向它求道，感受它的魔力。他并非来了解自己或者仅仅打量他粗野的外表。他来，是因为他本质上是倾听者和探索者，想要寻找某个他无法企及的伟大王国。」这是人类学家和作家劳伦·艾斯利（Loren Eiseley）对他所说的人类目前为止艰难走过的「漫长旅程」的沉思。

星空展现出难以抗拒的无穷性，它带来令人沮丧的信息：我们无关紧要。与

5000亿个各有10亿颗恒星的星系争辩，不是件容易事。在无限宇宙的迷雾中，我们在一个暗淡角落里的短暂闪烁毫无价值。

可是，这个角落存在某种事物独力对抗广袤的宇宙，存在某种完全自引导的事物，这些事实驳斥了宇宙虚无论。除非得到整个宇宙和物理法则某种方式的支持，否则最微小的思想也不能存在。一颗玫瑰花蕾，一幅油画，一队身着服装的人沿石砖砌成的街道游荡，一块等待输入指令的闪烁的屏幕，一本关于人类创造物本质的书，这些都需要深嵌在生物原始法则中的具有生命亲和力的特性才能存在。「宇宙知道我们将要到来。」弗里曼·戴森说。如果宇宙法则倾向于产生1比特的生命、思维和科技，那么更多的1比特将源源不断地涌现。我们的漫长旅程是一条轨迹，是由琐碎的小概率事件堆积而成的一系列必然事件。

技术元素是宇宙创造自我意识的方法。卡尔·萨根（Carl Sagan）对此作了令人印象深刻的阐释：「我们是思考星空的星尘。」不过，迄今为止，人类最伟大的、最漫长的旅程不是从星团物质到自觉生物的长途跋涉，而是即将展开的漫长征程。过去40亿年复杂性和开放式创造过程的运动轨迹与未来相比，实在不值一提。

宇宙大部分空间空无一物，因为它在等待生命和技术元素的产物填入其中，等待疑虑、问题和我们所称的共享知识——也可以说意识——的各种片段之间的深入联系来填充。

不论是否愿意，我们都站在未来的支点上。我们要承担部分责任来

推动地球的进化过程。

约2500年前，大多数主要宗教在相对较短的时间内相继创建。孔子、老子、佛陀、琐罗亚斯德、《奥义书》的作者们和犹太教创始人生活的年代相距不超过20代人。只有几种主要宗教在那以后诞生。历史学家将这个时期世界的激荡称为轴心时代。似乎所有活着的人同时醒来，同时开始寻找他们神秘的起源。一些人类学家相信，轴心时代的觉醒是由农业创造的大量富余供给引发的，全世界大规模灌溉系统和水利工程的建设提供了条件。

如果我们某一天进入新技术洪流推动的新轴心时代，我不会感到惊讶。我发现，很难相信我们可以制造参与实际工作并且不会干扰我们的宗教和造物主理念的机器人。未来某天我们将造出其他大脑，它们会让我们震撼，它们会思考我们绝不可能想象的事物。如果我们赋予这些大脑完整的形态，它们将自称是造物主的子孙，那时我们该怎么办？当我们改变自身的血脉基因时，我们对灵魂的感受难道不会随之改变吗？我们可以跨入量子领域——在那里1比特物质能够同时出现在两个地方——并且仍然不相信天使的存在吗？

看看未来将会发生什么：科技正在将所有生物的思维缝合在一起，把世界包裹在电子神经构成的振荡外套中，各大陆之间通过机器相互交流，整个社会每天被100万个安装好的摄像头所监控。我们的心灵容易被我们仰望的事物影响，它又怎能不被这样的前景所激荡？

只要风吹草长，人们就会坐在树下，在大自然中接受启蒙——与造物主交流。他们从自然界寻找关于自身来源的启示，在蕨类植物和鸟类羽毛的精美形态中看到一种无限源泉的暗示。即使是那些不需要造物主的人也在观察进化中的生物世界，寻找线索来解释我们存在的原因。对大多数人来说，大自然要么是给人强烈愉悦感的长久的意外存在，要么非常全面地体现了它的创造者。对于后者，每一个物种都可以被认为经历了与造物主长达40亿年的交流。

手机比树蛙更能体现造物主的神奇。手机扩展了树蛙40亿年的习得，并添加了60亿人脑的开放性研究成果。某一天我们也许会相信我们可以发明的最具亲和力的技术不是对人类才智的检测，而是对神性的证明。随着技术元素的自主性提高，我们对自己所创造的世界的影响力将减弱。它受产生于宇宙大爆炸的自身推动力驱使。在新的轴心时代，有可能发生的是，最伟大的科技成果将被视为造物主而非人类意志的体现。除了隐居在红杉林中追求精神生活，我们也许还会在一个由具有200年历史的网络构成的迷宫中迷失方向。复杂的高深莫测的思维系统产生于100多年前，借鉴雨林生态系统的特性，被数以百万计活跃的人

造大脑采用，共同孕育出美感。它将像红杉一样告知世人——只是声音更大、说服力更强：「在你出现之前，我早已存在。」

技术元素不是造物主，它太小了。它也不是乌托邦，甚至不是实体。它正在形成，但也只是开始。而它包含的善比我们已知的任何事物都要多。

技术元素扩展了生命的基本特性，在这个过程中，它还扩展了生命基本的善。生命不断增加的多样性、对感知能力的追求、从一般到差异化的长期趋势、产生新版自我的基本（也是矛盾的）能力以及对无限博弈的持续参与是技术元素的真正本性和「需求」。或者，我应该说，技术元素的需求也是生命的需求。但是技术元素并不会止步于此。它还扩展思维的基本特性，在这一过程中同时扩展思维基本的善。科技强化了思维想要统一所有思想的强烈愿望，加速推进所有人之间的联系，让世界充满各种可想到的理解无限性的方法。

没有一个人能够实现人力可及的所有目标，没有一项技术能够收获科技可能创造的一切成果。我们需要所有生命、所有思维和所有技术共同开始理解现实世界；需要技术元素整体——也包括我们——去发明必需的工具，为世界创造奇迹。随着时间的流逝，我们将创造更多选择、更多机会、更多联系、更多思想，提高多样性和统一性，增强美感，同时也会制造更多问题。这一切综合起来将产生更多的善。这是一场值得参与的无限博弈。

这就是科技想要的。

致谢

本书献给我的孩子们：凯琳、廷和迪文。还有我的妻子佳敏（Gia-Miin），在本书的长期写作过程中，她给予家人无可替代的关怀。

我要表达对企鹅出版社的保罗·斯洛瓦克（Paul Slovak）的感谢，他在本书多年的酝酿期中为我提供了支持。他从未放弃本书，他对书中观念的热情支持使它的出版成为可能。

我共事过的最佳编辑保罗·图赫（Paul Tough）纠正了本书赘言过多的缺点。他使叙述变得流畅，具备可读的形式，从几近完成的原稿中精炼出一本书。保罗保留了本书的中心思想，同时加以润饰。

卡米尔·克卢捷（Camille Cloutier）是我的第一合作者。她完成的工作数不胜数。卡米尔寻找专家、安排访问、准备引述文字和段落、列出关键章节、进行通篇审核、做脚注、校稿、管理多个版本、编辑索引、维护写作软件，并且想方设法保证书中文字的真实性和准确性。

研究馆员米歇尔·麦金尼斯对书中提及的多数开创性研究开展实验。为了寻找资料，她在图书馆里度过了数月，并用了5年的时间在网上搜索。本书几乎每一页的完善都离不开她的辛勤工作。

主要设计师和绘图员乔纳森·科勒姆（Jonathan Corum）提供了书中的图表，风格独特，极其清晰。精装书的封面由本·怀斯曼（Ben Wiseman）设计。

这是约翰·布罗克曼（John Brockman）这位非凡的顾问和代理人和我共同发行的第6本书。无法想象如果没有他的帮助，我该怎样出版书。

我的访问录像的幕后制作由态度严谨的维多利亚·莱特（Victoria Wright）完成，本书的指导威廉·施瓦尔贝（William Schwalbe）与我进行了几次禅宗似的心灵交流，在我不知所措时提供了相当有价值的建议。南希·雷斯尼克（Nancy Resnick）负责排版，科恩·卡鲁思公司编辑索引。

下列读者阅读了本书首稿，提供了有价值的、建设性的反馈：拉斯·米切尔（Russ Mitchell）、迈克尔·多德（Michael Dowd）、彼得·施瓦茨（Peter Schwartz）、查尔斯·普拉特（Charles Platt）、安德烈亚斯·劳埃德（Andreas Lloyd）、加里·沃尔夫（Gary Wolf）和霍华德·莱因欧德（Howard Rheingold）。

在为本书调研期间，我通过访问、谈话或者邮件的方式与我所知道的最聪明的人进行交流。下面按照字母顺序列出这些专家的名字，他们挤出宝贵时间为我的研究项目提供真知灼见。当然，对他们思想的任何转述如果有误，责任在我。

克里斯·安德森

丹尼·希利斯

保罗·萨夫戈登·贝尔

皮特·胡特（Piet Hut）

柯克帕特里克·塞尔

凯蒂·博纳（Katy Borner）

德里克·詹森

蒂姆·绍德（Tim Sauder）

斯图尔特·布兰德

比尔·乔伊

彼得·施瓦茨

埃里克·布伦德

斯图尔特·考夫曼

约翰·斯马特

戴维·布林（David Brin）

唐纳德·克雷比尔（Donald Kraybill）

李·施莫林（Lee Smolin）

罗伯·卡尔森

马克·克莱德

亚历克斯·斯特芬（Alex Steffen）

詹姆斯·卡斯

雷·库兹韦尔

史蒂夫·塔尔博特（Steve Talbot）

雅迈·卡肖（Jamais Cascio）

雅龙·拉尼耶（Jaron Lanier）

爱德华·特纳

理查德·道金斯

皮埃尔·勒莫尼耶

谢里·特尔克

埃里克·德雷克斯勒（Eric Drexler）

塞思·劳埃德

哈尔·瓦里安

弗里曼·戴森

洛里·马里诺（Lori Marino）

维诺·文奇（Vernor Vinge）

乔治·戴森（George Dyson）

马克斯·莫尔

杰·沃克（Jay Walker）

奈尔斯·埃尔德雷奇

西蒙·康韦·莫里斯

彼得·沃谢尔（Peter Warshall）

布赖恩·伊诺（Brian Eno）

罗伯特·赖特

约耳·加罗

内森·麦沃尔德

保罗·霍肯

霍华德·莱因欧德

Table of Contents